SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

ACTA FORESTALIA FENNICA

35.

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT
IN SUOMI

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN SUOMI

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE SUOMI

HELSINKI 1929

Suomen Metsätieteellisen Seuran julkaisusarjat:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Sisältää Suomen metsätaloutta ja sen perusteita käsitteleviä tieteellisiä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin niteinä, joista kukin yleensä käsittää useampia tutkimuksia.

SILVA FENNICA. Sisältää Suomen metsätaloutta käsitteleviä kirjoitelmia ja pienehköjä tutkimuksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin. Kukin kirjoitus muodostaa yleensä oman niteen.

COMMENTATIONES FORESTALES. Sisältää muiden maiden kuin Suomen metsätaloutta ja siihen liittyviä aihepiirejä käsitteleviä tutkimuksia ja muita kirjoituksia. Ilmestyy epäsäännöllisin väliajoin. Kukin nide sisältää yleensä vain yhden tutkimuksen.

Finska Forstsamfundets publikationsserier:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Innehåller vetenskapliga undersökningar rörande skogshushållningen i Finland och dess grunder. Banden, vilka icke utkomma periodiskt, omfatta i allmänhet flere avhandlingar.

SILVA FENNICA. Omfattar uppsatser och mindre undersökningar rörande skogshushållningen i Finland. Utkommer icke periodiskt; varje uppsats som skilt band.

COMMENTATIONES FORESTALES. Innehåller undersökningar och andra uppsatser rörande skogshushållningen och i samband med denna stående frågor utom Finland. Utkommer icke periodiskt. I allmänhet ingår i varje band endast en avhandling.

SUOMEN METSÄTIETEELLINEN SEURA — FINSKA FORSTSAMFUNDET

ACTA FORESTALIA FENNICA

35.

ARBEITEN DER
FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT
IN SUOMI

PUBLICATIONS OF THE
SOCIETY OF FORESTRY
IN SUOMI

PUBLICATIONS DE LA
SOCIÉTÉ FORESTIÈRE
DE SUOMI

HELSIN[KI] 1929

Acta forestalia fennica 35.

TUTKIMUKSIA KUUSEN ESIINTYMISESTÄ ALIKASVOKSINA RAJA-KARJALAN VALTIONMAILLA

V. PÖNTYNEN

HELSINKI 1929

HELSINKI 1929
SUOMALAISEN KIRJALLISUUDEN SEURAN KIRJAPAINON O.Y.

Korjauksia.

sivu	rivi	
22	3	alh., alaviitta: muunlaistayhdistelmää, tulee olla: muunlaista yhdistelmää.
23		taulukko: *Wenig Produktiver Waldboden*, tulee olla: *Wenig produktiver Waldboden*.
24	3	alh., alaviitta: CLT, tulee olla: CIT.
32	5	alh.: KP_I, tulee olla: Kp_I.
46	22	ylh.: *Hypnumin*, tulee olla: *Hypnum*in.
»	4—5	alh., alaviitta: Hartmann, Franz, tulee olla: HARTMANN, FRANZ.
47		toisessa kappaleessa olevassa sitaatissa: zwecks Umwandlung des ursprünglichen minderwertigen Weissbuchenbeständen, *Carpinus betulus*, tulee olla: zwecks Umwandlung des ursprünglichen minderwertigen Bestandes. Solche Fälle kommen hauptsächlich bei der Umwandlung von minderwertigen Weissbuchenbeständen (*Carpinus betulus*).
50	8	alh.: 64, tulee olla: 62.
57	3	alh.: 1,2 m, tulee olla: 1.2 m.
70	3	ylh.: Hildén, 1927, tulee olla: HILDÉN, 1926.
76	6	ylh.: ikä 87 v. pituus, tulee olla: ikä 87 v., pituus.
84	4	alh., alaviitta: *fleuxuosa*, tulee olla: *flexuosa*.
85	11	ylh.: *triquetrumi*a, tulee olla: *triquetrum*ia.
86		taulukossa 6:s kasvin nimi: *Peltidea aphtosa*, tulee olla: *Peltidea aphthosa*.
91	12	alh.: Pohjois-Österbottenissa, tulee olla: Pohjois-Pohjanmaalla.
96	17	alh.: sitte, tulee olla: sitten.
103	10	ylh.: sen, tulee olla: niiden.
»	3	alh.: suuressä, tulee olla: suuressa.
107	12	ylh.: aniharvoisa, tulee olla: aniharvoissa.
114	14	alh.: FRIECKE, tulee olla: FRICKE.
117	18	alh.: alikasvoksen, tulee olla: ylikasvoksen.
121	14	ylh.: hallusaan, tulee olla: hallussaan.
»	8—9	alh.: Tutkimus alueella, tulee olla: Tutkimusalueella.
123	10—11	alh.: selitetty, tulee olla: esitetty.
127	11—12	alh.: tiheässä ettei, tulee olla: tiheässä, ettei.
130	4—5	ylh.: varressa pitää, tulee olla: varressa, pitää.
132	8	alh.: kuusialikasvoispuiden, tulee olla: kuusialikasvospuiden.
135	4	ylh.: alikasvospuut, tulee olla: alipuut.
138		taulukossa: Zus., tulee olla: *Zus*.
146	11	alh.: syitä, tulee olla: esteitä.

153	19	ylh.: 56—65-vuosista, tulee olla: 56—65-vuotista.
		Kuva 37 tekstissä: VI, tulee olla: VT.
177	11	ylh.: sitte, tulee olla: sitten.
178		kuva 39 tekstissä: stumpf, tulee olla: Stumpf.
»		kuva 40 tekstissä: myöhäisjuuret:, tulee olla: myöhäisjuuret.
182	4	ylh.: Metsätiet. Koel. Julk., 1.), tulee olla: (Metsätiet. Koel. Julk., 1.)
186	24	alh.: Üeber, tulee olla: Ueber.
187	10	alh.: kunskab, tulee olla: Kundskab.
»	9	alh.: midtjysdk, tulee olla: midtjydsk.
188	16	alh.: lahjoitusmailla, tulee olla: lahjotusmailla.
»	5	alh.: Üeber, tulee olla: Ueber.
189	18	ylh.: (-Finland), tulee olla: (-Finnland).
»	2	alh.: HESSELMANN, tulee olla: HESSELMAN.

Sisältö.

Yleinen osa.

Tutkimusalue.

Erikoinen osa.

KUUSIALIKASVOKSET TUTKIMUSALUEELLA.

Alkulause.

Suorittaessani metsätalouden tarkastuksia Raja-Karjalan valtionmetsissä v:sta 1923 alkaen jouduin jo näissä virkatehtävissäni tutustumaan sangen läheisesti sikäläisiin kuusialikasvoksiin. Varsinaisen aineiston tutkimustani varten keräsin kuitenkin kesällä 1925—26. Sen jälkeen on aineistoa muokattu aikaa runsaasti vaativien virkatehtävien ohella, mikä osaltaan selittänee sen, että teoksen valmistuminen on siirtynyt näin pitkälle.

Tässä yhteydessä lausun syvän kiitollisuuteni opettajalleni, pääjohtaja, prof. A. K. CAJANDERILLE, joka auliisti on antanut minulle etenkin työn suunnittelua ja teoksen kokoonpanoa koskevia arvokkaita ohjeita.

Metsäneuvos, toht. O. J. LAKARIA kiitän suomistaan neuvoista sekä siitä harrastuksesta, jolla hän koko ajan on työtäni seurannut. Niinikään olen kiitollinen prof. YRJÖ ILVESSALOLLE opastuksestaan ja dosentti, toht. VILJO KUJALALLE kasvien määräämisessä saadusta avusta. Toht. ERKKI LAITAKARILTA olen saanut lukuisia teoksen painoasuun saattamista koskevia neuvoja, mistä lausun hänelle parhaat kiitokseni.

Vielä on mieluisa tehtäväni kiittää metsätyönjohtaja ANTTI LAPPALAISTA, joka on ollut apunani sekä ulko- että sisätöissä suorittaen huolellisesti m.m. mikroskooppisia ikämääräyksiä ja piirtäen puiden poikkileikkauksia esittävät kuvat.

Lopuksi saan kiittää Suomen Metsätieteellistä Seuraa antamastaan rahallisesta avustuksesta.

Taulukoiden otsikot ja kuvien selitykset on painatettu myöskin saksan kielellä senvuoksi, että osaan painosta on liitetty selostus mainitulla kielellä.

Helsingissä, huhtikuulla 1929.

Tekijä.

Johdanto.

Kunkin seudun metsätaloudelle ja varsinkin metsänhoidollisille toimenpiteille antavat menekkiolot sangen ratkaisevasti leimansa. Missä nämä ovat huonot, t.s. missä vain määrätyitä tai joitakin harvoja puutavaralajeja kysytään, siellä eivät metsänhoidolliset toimenpiteet voi kehittyä pitkälle. Jos sitävastoin kaikenlaatuinen puu jollakin seudulla saadaan edullisesti myydyksi, siellä voidaan metsien hoitamiseksi työskennellä intensiivisin toimenpitein.

Vielä vuosikymmen sitten olivat Raja-Karjalan valtionmetsät menekkioloihin nähden suhteellisen huonossa asemassa. Maailmansodan aikana voitiin tosin halkoja hakata verrattain kaukana olevilta seuduilta ja lähempänä Laatokkaa olevista metsistä saatiin kaupaksi jo ennenkin erilaista puutavaraa. Mutta nämä menekkipiirit käsittivät vain murto-osan koko alueen valtionmetsäin alasta eivätkä kyenneet jatkuvasti parantamaan huononlaisia menekkioloja. Sitäpaitsi talous varsinkin sota-aikana näyttää paikotellen olleen eräänlaista »ryöstöviljelystä», missä ei hakkuiden metsänhoidolliseen puoleen kiinnitetty niin suurta huomiota kuin olisi ollut suotavaa ja olisi voitu silloistenkin menekkiolojen vallitessa.

Suojärven rautatien valmistuttua muuttuivat olot Raja-Karjalassa kokonaan. Mainittu rautatie halkaisee valtionmaat edullisella tavalla. Sen varteen on perustettu runsaasti puunjalostuslaitoksia, ja varsinkin pientavaraa voidaan kuljettaa rautatietä pitkin edelleen. Maailman puutavaramarkkinoilla vallinneiden edullisten konjunktuurien vuoksi lisääntyi puutavaroiden kysyntä sitäkin suuremmassa määrässä. Nykyisin onkin Raja-Karjala kokonaisuudessaan erittäin hyvä menekkialue. Valtion metsätalouden kannalta on tällä kaksinverroin suurempi merkitys sen jälkeen kun n.s. Annan tehtaan laajat metsät joutuivat Suomen valtiolle.

Mutta hyvät menekkiolot ovat luoneet pohjan myöskin metsien järkiperäiselle hoidolle. Sen vuoksi vaaditaan metsän hoitajalta nykyisin moninverroin enemmän kuin ennen. Hyvät menekkiolot eivät kuitenkaan vielä ilman muuta ole takeena metsien hyvästä hoidosta. Täytyy

lisäksi tuntea paitsi paikalliset olosuhteet, ennenkaikkea myös metsien paikalliset erikoisuudet. Metsänhoidossa jos missään pitää paikkansa »Das eiserne Gesetz des Örtlichen.» Se menetelmä, joka joissakin olosuhteissa on osoittautunut hyväksi, ei ole ilman muuta siirrettävissä kokonaan toisenlaisiin olosuhteisiin.

Raja-Karjalan valtionmetsien yhtenä erikoisuutena voidaan pitää siellä yleisesti tavattavia kuusialikasvoksia. Niiden merkitys sikäläisten metsien hoidossa on hyvin suuri. Valtametsän loppuhakkauksissa tulee hyvin monessa tapauksessa ratkaistavaksi kysymys miten on meneteltävä alikasvoksen kanssa, olisiko se perattava kokonaan pois vai jätettävä joissakin tapauksissa kasvamaan hakkuukelpoiseksi. Alikasvokset kasvunsa puolesta näet näyttävät poikkeavan toisistaan niin paljon, ettei läheskään kaikkiin nähden voida menetellä samanmukaisesti. Kysymyksessä on lisäksi otettava huomioon kuusipuun suuresti lisääntynyt ja kaiken todennäköisyyden mukaan yhä lisääntyvä kysyntä nimenomaan Raja-Karjalassa, jossa kuusivaltaisia valtametsiä on suhteellisen vähän. Tämän vuoksi kuusialikasvoskysymykseen Raja-Karjalassa kietoutuu monta huomioon otettavaa seikkaa ja selvää on, ettei nykyisen alikasvospolven kohtaloa voida ratkaista kaikissa tapauksissa yksistään sen perusteella kasvavatko alikasvokset jonkun verran hitaammin kuin esim. mänty vastaavalla kasvupaikalla. On nimittäin otettava huomioon, että alikasvokset ovat nyt jo metsittäneet alan ja usein saavuttaneet melkoisen koonkin. Niiden korvaaminen toisella puulajilla (männyllä) ei ole kaikissa tapauksissa yksinkertainen asia esim. männyn nuorentamisvaikeuksien vuoksi ja sitäpaitsi tulosten saaminen tästä työstä vie aikaa sekin.

Ennenkuin kysymyksessä olevia alikasvoksia voidaan oikealla tavalla arvostella metsänhoidolliselta kannalta, on tunnettava niiden esiintyminen erilaisissa olosuhteissa. Raja-Karjalan kuusialikasvokset ovat kuitenkin toistaiseksi verraten vähän tunnetut. Poistaakseen tätä puutetta on suoritettu esillä oleva tutkimus. Tämänkin jälkeen jää luonnollisesti moni tärkeä kysymys vastausta vaille. Tutkimuksia olisi senvuoksi vielä jatkettava ja varsinkin kaipaavat alikasvosten kasvusuhteet selvittämistä.

Yleinen osa.

Tutkimusalue.

YLEISKUVAUS.

S i j a i t s e v a i s u u s. Käsitteellä Raja-Karjala tarkoitetaan yleensä Laatokan pohjoispuolella olevia valtakunnan raja-alueita. Tarkkoja rajoja sille ei voida vetää enempää kuin muillekaan vastaavanlaisille maakunnallisille alueille.

Maataloudellis-kasvimaantieteellisessä jaotuksessaan lukee LINKOLA (esim. 1922) Raja-Karjalaksi seudut Laatokasta alkaen aina Nurmeksen koillispuolelle saakka. Tavallisessa kielenkäytössä on Raja-Karjala-käsite kuitenkin ahtaampi. Siihen luetaan pääasiassa Viipurin läänin koillisosa: Salmin, Suistamon, Impilahden, Suolahden, Korpiselän ja Suojärven pitäjät eli Salmin kihlakunta. Tässä tutkimuksessa pidetään Raja-Karjalana pääasiassa näiden pitäjien alueita, joten tutkimusalue käsittää LINKOLAN VIII:n maataloudellis-kasvimaantieteellisen alueen alajaottelun 1 sekä alajaottelusta 2 ja 3 eteläisen puoliskon.

Maantieteellisesti sijaitsee tutkimusalue suurimpia ulottuvaisuuksiaan silmälläpitäen n. 61° 28′—62° 43′ pohj. lev. ja n. 5° 50′—7° 50′ it. pit. Helsingin meridiaanista lukien (n. 30° 50′—32° 50′ it. pit. Greenw.)

Pinta-alaltaan on alue 9012.2 km² ilman vesiä (Suomen Tilastollinen Vuosikirja, 1928). Tällä alueella kohdistuu tutkimus pääasiassa valtionmailla oleviin metsiin, joten tutkimusalue ahtaammin otettuna joutuu Raja-Karjalan sisämaa-alueelle (LINKOLA, 1916).

P i n n a n m u o d o s t u s.[1] Lukuunottamatta Laatokan rannalla, etupäässä Impilahden kohdalla olevia vuorimaisemia, jotka monessa kohdassa kohoavat huomattavasti ympäristöään korkeammalle, ei Raja-

[1] Raja-Karjalan luontosuhteita on jo aikaisemmin yksityiskohtaisesti kuvattu. Viitataan m.m. LUKKALAN (1919) ja LINKOLAN (1916) teoksiin. Kun nyt kysymyksessä oleva tutkimusalue on kuitenkin rajoitetumpi kuin näissä teoksissa kuvattu, on syytä lähemmin selostaa sellaisia tutkimusalueen luontoa koskevia seikkoja, jotka ovat tämän tutkimuksen kannalta huomioon otettavia.

Karjalassa yleensä tavata erikoisempia vuoristoseutuja, eipä edes kalliokkoisia maisemia. Varsinainen tutkimusalue kohoaa suurin piirtein katsoen säännöllisesti Laatokasta sisämaahan päin. Eteläisin osa eli Salmin hoitoalueen eteläpuolisko on n. 50—100 m merenpinnan yläpuolella (Laatokan keskivedenpinnan korkeus 5 m) ja muu alue n. 100—200 m yli m.p. (Suomen Kartasto, 1925, kartta 7).

Joskin alueen yleinen pinnanmuodostus on tasaisehkoa, ei tämä yksityiskohdittain ole täsmällinen kuvaus. Paremminkin voitaisiin pinnanmuodostusta kutsua aaltomaiseksi, missä suuremmat tai pienemmät loivasti kohoilevat kangasmaat alituiseen vaihtelevat alavampien suomaitten kanssa. Enimmän kupeerattuja ovat seudut Salmin pitäjän Leppälän seudulla, Korpiselän pitäjän Tolvajärven tienoilla ja ennenkaikkea Suojärven pitäjän Vaaksausjärven pohjoispuolella olevat vedenjakajaseudut, joilla jotkut harjanteet saattavat kohota jopa 50 metriäkin ympäristöään korkeammalle. Suuremmista yhtäjaksoisista tasankomaista on mainittava ensisijassa n.s. Kollaan salo. Se alkaa Salmin pitäjässä olevasta Hiisijärvestä ja ulottuu Loimolan jokeen lännessä ja valtakunnan rajaan idässä jatkuen pohjoiseen päin aina Suojärven rautatiehen saakka. Jokseenkin yhtä suuri salotasanko on kokonaisuudessaan Suojärven pitäjän pohjoisosa, vaikkakaan pinnanmuodostus täällä ei sentään ole niin yksitoikkoista samanlaisten loivien kangasmaitten ja soitten alituista vaihtelemista kuin edellisellä alueella.

Joitakin yksityisiä korkeampia vaaroja on kuitenkin tutkimusalueella. Alueen korkein kohta lienee Suojärven pitäjässä Kuuttivaara, n. 272 m, lähellä Kuopion ja Viipurin läänin rajaa. Samasta pitäjästä voidaan vielä mainita Moisiovaaran kylästä n. 10 km pohjoiseen oleva n. 159 m korkea Viiruvaara, joka kohoaa huomattavasti ympäristöään korkeammalle halliten maisemia laajoilla aloilla (Vrt. esim. Suomen Kartta, 1927).

Kallioperä. Niinkuin edellä jo mainittiin, ei tutkimusalueen kallioperä tule missään esille kovin laajoina alueina. Pienempiä kallioita ja metsäisiä vuoria tavataan sitävastoin usein, mutta tuskin missään siinä laajuudessa, että maisemat saisivat erikoisen vuorisen tai kalliokkoisen leiman.

Jos ajatellaan vedetyksi viiva Värtsilän tienoilta jotenkin suoraan kaakkoon Salmin pitäjässä olevan Suuren Kääppäjärven seudulle Käsnäselän kylän pohjoispuolelle ja siitä edelleen Retshujärveen, jää viivan koillis- ja toiselta puolen lounaispuolelle alueet, jotka vuoriperäänsä nähden eroavat toisistaan huomattavasti (Suomen Kartasto, 1925). Koillispuolelle jäävä alue käsittää suurimman osan tutkimusaluetta. Kallio-

perältään se on sangen samanlaatuista. Vallitsevana vuorilajina ovat harmaat gneissigraniitit. Tämä vuoriperältään yhtenäinen alue jatkuu leveänä vyöhykkeenä tutkimusalueen ulkopuolelle aina Kuusamon seuduille saakka. Muutamissa kohdin rikkovat sen kuitenkin toiset vuorilajit. Siellä täällä esiintyy metabasiitteja saamatta kuitenkaan aikaan huomattavampia vaihteluita kallioperän yleisessä luonteessa. Suojärven kirkolta (Varpakylän seudulta) alkaa kapea jatulilaisten kvartsiittien muodostama vyöhyke, joka koillista kohti kulkien esiintyy Suomen puolella aina valtakunnan rajaan saakka. Suojärven pohjoisosassa on pienempi kvartsiittien muodostama alue.

Edellämainitun rajan lounaispuolella on toisenlainen kallioperä. Alue voidaan jakaa kahteen osaan, kaakkoiseen ja luoteiseen, rajan ollessa osapuilleen Pitkänrannan-Loimolan maantien seudulla. Kaakkoisella alueella muodostaa kallioperän tunnettu Laatokan pohjoispuolella oleva rapakivigraniittialue, jonka esiintyminen on hyvin yhtenäinen. Suuri osa Salmin ja Impilahden pitäjissä olevia valtionmaita sattuu juuri tälle alueelle.

Luoteinen alue on vuoriperältään vaihtelevampaa. Pääosan siitä käsittävät laatokkalaiset liuskeet. Niiden esiintymisen katkaisevat siellä täällä gneissigraniitit. Tämän laajahkon alueen ja edellämainitun suuren gneissigraniittialueen kontaktissa esiintyy vähäisinä alueina jatulilaisia metabasiitteja ja vähän kvartsiitteja. Tälle seudulle sattuu tutkimusalueesta ainoastaan Soanlahden valtionpuiston eteläosia. (Suomen Kartasto, 1925, kartta 8).

M e t e o r o l o g i a. Ilmastollisessa suhteessa poikkeaa Raja-Karjala huomattavasti maan läntisemmistä osista vastaavilla leveysasteilla. Vuotuinen + 1° C isotermi, joka maamme kohdalla alkaa Pohjanlahden perukasta kulkien kaakkoa kohti, saavuttaa maan itärajalla Suojärven pitäjän pohjoisrajan. Vuotuinen + 2° C isotermi kulkee tutkimusalueen keskiosilla ollen Pohjanlahden rannalla n. 2° leveysastetta ja Keski-Suomessa n. 1° leveysasteen pohjoisempana. Helmikuun keskimääräinen isotermi, — 10° C, kulkee lähellä Laatokan pohjoisrantaa. Iisalmen kohdilla on sekin runsaasti kokonaisen leveysasteen pohjoisempana. Kesälämpötila on tutkimusalueella sitävastoin korkeampi lännempänä oleviin seutuihin nähden kuin helmikuun lämpösuhteiden mukaan olisi taipuvainen olettamaan. Tosin Raja-Karjalan eteläosissa Laatokka jonkunverran viilentää lämpötilaa kesäkuukausina, mutta pääosalle tutkimusaluetta ei sen vaikutus näytä ulottuvan (vrt. Cajander, 1917, s. 42.) Esim. heinäkuun keskilämpö on siellä + 15° ja + 16° C välillä, mikä suunnilleen vastaa Lounais-Suomen samanaikuista lämpötilaa. (Suomen Kartasto, 1925, kartta 10).

Lämpövaihtelut vuotuisia keskimääräisiä suhteita silmälläpitäen ovat tutkimusalueella n. 26—27° C. Kylmimmän ja kuumimman kauden mukaan on vaihtelun suuruus n. 70° C. (Suomen Kartasto, 1910, kartta 16 ja Korhonen, V. V. 1915).

Sademäärässä on melkoisia vaihteluita eri vuoden aikoina. Korhosen Linkolalle (1916) antamien tietojen mukaan on sademäärä Suojärvellä eri kuukausina seuraava:

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	kuukaudet
21[1]	18[1]	21[1]	27[1]	33.2	51.8	61.6	74.2	62.1	42.7	33[1]	26[1]	mm.

Keskimääräinen sademäärä on Suojärvellä n. 417.6 mm.

Lumipeitteen paksuus on Raja-Karjalassa suurempi kuin vastaavilla leveysasteilla lännempänä (Suomen Kartasto, 1925 kartta 10) ja kuuluu tutkimusalue Itä-Suomen paksun lumipeitteen alueeseen. Korhosen (1915) mukaan kestää lumipeite Suojärvellä keskimäärin 175.4 ja Suomen Kartaston mukaan (1925, kartta 10) 170 päivää. Ensimmäinen lumisade sattuu tutkimusalueella yleensä 10. X—15. X välisena aikana (Suomen Kartasto 1910, kartta 18). Jäähän meno tapahtuu keskimäärin 31. X—10. XI ja jäiden lähtö 30. IV—10. V välisenä aikana (Suomen Kartasto, 1925, kartta 12).

Tutkimusalueen ilmaston yleispiirteenä on sen mantereellisuus samalla leveydellä oleviin Suomen seutuihin verrattuna. Kesät ovat suhteellisen lämpöiset ja talvet päinvastoin kylmänlaiset.

Hydrografia. Vaikkakin Raja-Karjalassa on järviä melko runsaasti, ei sitä voida pitää järvialueena samassa mielessä kuin Suomen varsinaista järvialuetta. Järvet ovat suurin piirtein keskittyneet määrätyille alueille, joiden välille jää suurenlaisia järvettömiä tai vähäjärvisiä alueita.

Salmin pitäjässä on kaksi mainittavampaa järvikompleksia, Uomaan kylän lähettyvillä Sääksjärven järvistö, jossa kapeat salmet yhdistävät kapeitten kannasten eroittamia suurempia tai pienempiä järviä toisistaan, ja Varpajärven ja Syskyjärven järviryhmät. Suistamon pitäjässä tutkimusalueen osalla on yksinäinen isonlainen Loimolan järvi. Korpiselän pitäjästä mainittakoon ennenkaikkea kauneudestaan tunnettu Tolvajärven järvikompleksi, jota järvien väliin jäävine maineen toistaiseksi hoidetaan luonnonpuiston tapaisena. Raja-Karjalan suurimmat vedet ovat

[1] Eivät ole täysin varmoja.

Suojärven pitäjässä sijaitsevat Suojärvi ja Salonjärvi. Maininnan ansaitsevat vielä Ägläjärvi Korpiselän ja Vegarusjärvi Suojärven pitäjässä. — Järvimaisemien väliin jäävät suuret sydänmaat. Niilläkin on kuitenkin tavallisesti suurempia tai pienempiä järviä ja lampia.

Vedet laskevat pääosaltaan Laatokkaan. Ainoastaan Tolvajärven järvikompleksin vedet laskevat Tolvajoen kautta Koitajokeen ja sitä tietä edelleen Pohjois-Saimaaseen. Alueen suurimpia jokia on epäilemättä Uuksunjoki lisäjokineen. Se kulkee koko juoksullaan Suomen puolella ja on erinomaisen tärkeä uittoväylä. Tutkimusalueen pohjoisosien pääväylä on Torasjoki. Se laskee kyllä Laatokkaan Venäjän kautta, mutta Suojärven—Naistenjärven rautatien valmistuttua on joki saanut uittoväylänä entistä suuremman merkityksen. Lukuunottamatta yllämainittuja on Raja-Karjalassa yleensä jokia niin paljon, että puiden kulettaminen uittamalla käy päinsä koko alueelta. Ainoastaan aniharvoissa tapauksissa Suojärven valtionmaiden pohjoisosissa kertyy vetomatkaa uittoväylän varteen yli 10 km. Metsätaloudelle tarjoavat vedet puolestaan hyvät edellytykset.

Asutus. Koska kulttuuritekijäin vaikutus Raja-Karjalan metsiin yleensä ja kuusialikasvoksien esiintymiseen erikoisesti on hyvin suuri, niinkuin jälempänä olevasta erikoiskäsittelystä käy selville, luodaan seuraavassa lyhyt silmäys alueen asutukseen.

Raja-Karjala on aina ollut harvaan asuttua. Tosin jo v:n 1500 paikkeilla, jolloin alue kuului Käkisalmen lääniin, mainitaan useimmat nykyiset kylät. Ne olivat näihin aikoihin hyvin pieniä käsittäen vain muutamia taloja.[1] Sen jälkeen ovat vanhat asutuskeskukset tietenkin paljon suurentuneet, mutta vielä nykyisinkin on alueella pinta-alaan verraten vähän ihmisiä. V. 1926 oli kirkonkirjoihin ja siviilirekisteriin merkitty asukasmäärä (Suomen Tilastollinen Vuosikirja, 1928):

Soanlahden kunnassa	....	2 718	henkeä,	keskim.	km²:llä	6.3	henk.
Suistamon »	....	8 591	»	»	»	5.7	»
Korpiselän »	....	4 081	»	»	»	3.1	»
Suojärven »	....	7 933	»	»	»	2.3	»
Salmin[2] »	....	10 816	»	»	»	7.5	»
Impilahden[3] »	....	14 280	»	»	»	16.1	»
Yhteensä		48 419	henkeä,	keskim.	km²:llä	5.4	henk.

[1] RONIMUS, J. V. 1906. Novgorodin vatjalaisen viidenneksen verokirja v. 1500 ja Karjalan silloinen asutus. (Hist. Arkisto, 20.1, s. 1—135.) (LINKOLAN, 1916 mukaan).

[2] Käsittää Salmin rukoushuonekunnan ja Mantsinsaaren.

[3] Käsittää myös Kitelän ja Pitkänrannan.

Koko Raja-Karjalaksi lasketulla alueella oli siis v. 1926 keskimääräinen väestön tiheys 5.4 henkeä km^2:llä. Tämä luku ei kuitenkaan täysin vastaa varsinaisella tutkimusalueella eli Raja-Karjalan sydänmaaseudulla olevaa asutuksen tiheyttä, sillä eräät Laatokan rannalla olevat tiheät asutuskeskukset, kuten Pitkänrannan tehdasseutu, Salmin ja Impilahden kirkonkylät y.m. kohottavat paljon lukua. Suurin osa sydänmaa-alueesta on nykyisinkin vielä laskettava asumattomaksi tai melkein asumattomaksi seuduksi. (Vrt. Suomen Kartasto, 1925, kartta 2 ja 16). — Vertauksen vuoksi mainittakoon, että v. 1926 oli koko maassa asukkaita keskimäärin 10.4 henkeä km^2:llä (Suomen Tilastollinen Vuosikirja, 1928).

Väestön tiheys semmoisenaan ei tarkasti kuvaa, mikä merkitys kulttuuritekijöillä on ollut metsiin. Talouden luonteesta riippuen voi harvemman väestön merkitys olla jopa tuntuvampi kuin tiheämmän. Sellaisilla seuduilla, missä maanviljelys pääasiassa taikkapa vain suureksi osaksi on perustunut esim. kaskiviljelykseen, on asutus vaikuttanut metsiin suuremmassa määrässä kuin seudulla, missä kaskiviljelystä ei ole pitkiin aikoihin harjoitettu. Mitä taas esim. kuloihin tulee, jotka myös voidaan lukea ainakin osittain kulttuuritekijöiksi, osoittaa kokemus niiden juuri harvemmin asutuilla seuduilla voivan saavuttaa suurimman laajuuden. Hakkuidenkaan vaikutus ei riipu kuin osaksi paikallisen väestön tiheydestä. Hyvät uittoväylät esimerkiksi tekevät mahdolliseksi niiden toimittamisen suuressa mitassa harvaankin asutuilla seuduilla. — Siis harvasta asutuksesta huolimatta saattaa kulttuuritekijäin merkitys metsille olla suuri. Näin on juuri Raja-Karjalassa, niinkuin myöhemmin esitettävästä erikoiskäsittelystä käy selville.

M a a n o m i s t u s o l o t. Maanomistusolot Raja-Karjalassa ovat olleet toisenlaisten vaiheitten alaisina kuin yleensä muualla maassamme, sillä siellä pääsi jo aikaisin vallalle n.s. lahjoitusmaajärjestelmä. Valloitettuaan alueen ryhtyi jo Pietari Suuri lahjoittamaan maita sikäläisille ylimyksille virkatiluksiksi. Ei olla täysin selvillä minkälaatuisia nämä lahjoitukset itse asiassa olivat maan omistus- ja käyttöoikeuteen nähden, sillä lahjoituskirjoissa ei ole siitä selviä määräyksiä (Saari, 1919). Suurelta osaltaan juuri tämän epäselvyyden vuoksi sukeutui lahjoitusmaakysymyksestä monivaiheinen ja sitkeä riitajuttu, joka osittain on yhä vieläkin päiväjärjestyksessä.

Talonpoikain asema lampuoteina oli vielä senkin jälkeen kun Viipurin lääni yhdistettiin muuhun Suomeen sangen vaikea. Määräävissä piireissä oltiin yksimielisiä siitä, että parannuksia olisi saatava aikaan samoin kuin siitä, että ainoa parannuskeino oli omistusoikeuden muutos lahjoitus-

mailla. Maiden omistajat eivät luonnollisesti olleet halukkaita tämänsuuntaisiin muutoksiin ja lampuodeilla itsellään, vaikka heillä oli sensuuntaisia aikomuksia, ei ollut varoja eikä luottoa aikomuksiensa perille ajamiseen (Saari, 1919). Suomen valtion täytyi senvuoksi astua välittäjäksi. Maita ryhdyttiin ostamaan donataareilta. Osa ostetuista alueista luovutettiin lampuodeille määrätyillä ehdoilla, osa jätettiin valtiolle metsämaiksi.[1] Tällä tavalla on valtio saanut pääosan nykyisistä Salmin, Soanlahden ja Korpiselän pitäjissä olevista alueistaan. Suojärven pitäjä kokonaisuudessaan oli niinikään lahjoitusmaita, mutta siellä olevat, lampuodeille luovuttamattomat alueet eivät joutuneet Suomen valtiolle, vaan useampain vaiheitten kautta Venäjän domeenihallitukselle, joka v:teen 1918 saakka hoiti niitä Annan tehtaan metsien nimisenä kahtena hoitoalueena. Tarton rauhassa v. 1920 alueet lopullisesti yhdistettiin Suomen valtion metsämaihin ja käytetään niitä Suojärven pohjoisen ja eteläisen hoitoalueen nimisinä kuten muitakin valtion metsämaita. — Suistamon ja Impilahden pitäjissä olevat valtion alueet eivät ole olleet lahjoitusmaita, vaan ne ovat joutuneet valtiolle isojaon yhteydessä luultavasti siitä syystä, etteivät tilalliset huolineet niitä korkean metsäveron vuoksi.

Valtionmaiden alat tutkimusalueella eivät nykyisin ole enää täsmälleen samat kuin alunperin valtion haltuun joutuessaan. Osittain on ostettu lisää uusia alueita, osittain luovutettu entisiä alueita etupäässä itsenäistyneille torppareille. Hoitoalueiden alat ovat niinikään vaihdelleet useampaan kertaan senjohdosta, että alueita on ryhmitetty hoitoalueiksi eri tavoilla. Kun maiden pinta-alojen ja hoitoalueisiin ryhmittelyn eri vaiheilla ei ole sanottavaa merkitystä tämän tutkimuksen kannalta, sivuutetaan se puoli asiasta. Sensijaan valtion- ja yksityismaiden nykyisestä kokonaisalasta esitetään seuraava yhteenveto.

Koko Raja-Karjalan ala (ilman vesiä) ..	901 220[2] ha
Valtionmaita	420 905[3] »
Yksityismaita	480 315[4] ha

[1] Lahjoitusmaakysymyksestä saadaan yksityiskohtaisempia tietoja paitsi yllämainitusta Saaren teoksesta, esim. seuraavista lähteistä: Komiteanmietintö, 1920 ja Asiakirjat, 1910, 1911—12, 1914, 1919—20.

[2] Tilastollisessa vuosikirjassa v. 1928 oleva Soanlahden, Suistamon, Korpiselän, Suojärven, Salmin, ja Impilahden pitäjien yhteinen ala.

[3] Viimeisissä metsätalouden tarkastuksissa määrätty ala. (Asiakirjat 1919—20, 1921—22, 1923—25 ja 1925—26). Tähän alaan sisältyy myös eräitä pienempiä, etupäässä Laatokan ja Uuksunjoen varrella olevia tontti-, varasto- y.m. alueita.

[4] Kokonaisalan ja valtionmaitten alan eroitus. Yksityismaihin on laskettu myöskin erilaisten yhtiöiden maat, joita Raja-Karjalassa on huomattavat alat.

Yhdistelmästä käy ilmi, että valtionmaat käsittävät lähes puolet koko Raja-Karjalan maa-alasta. Yksityisiin pitäjiin nähden saattaa erotus olla vieläkin huomattavampi. Esim. Suojärvellä on valtionmaiden osuus runsaasti yli puolet (ilman vesiä). Ei ole tarkkaa tietoa kuinka paljon varsinaista metsäalaa on yksityisten hallussa, mutta voidaan pitää jokseenkin varmana, että sitä koko Raja-Karjalassa on valtion hallussa suurin osa. Jo tämän seikan vuoksi on valtionmetsäin merkitys seudun taloudellisessa elämässä suuri ja vielä suuremmaksi se muodostuu sen kautta, että yksityismetsät alkavat olla loppuun hakattuja, kun sensijaan valtionmetsissä on runsaasti säästyneitä puuvaroja, joita parantuneiden liikesuhteiden vuoksi voidaan käyttää entistä suuremmassa määrässä. Näiden seutujen viimeaikaiseen nopeaan taloudelliseen elpymiseen on suurelta osalta syynä valtionmetsätalous eikä liene kaukana se aika, jolloin valtionmetsät jäävät pääasialliseksi käyntiinpanevaksi voimaksi Raja-Karjalan taloudellisessa elämässä.

METSÄMAAT.

Moreenimaat. Mineraalimaalajeista ovat tutkimusalueella moreenimaat yleisimmät.

Kysymyksestä, ovatko moreenit yleensä kotoisin laajoilta aloilta ja niinmuodoin laajojen alueiden kallioperän keskiarvonäytteitä vai riippuuko niiden kokoomus lähiseudun kallioperästä, on oltu erimieltä. Aikaisemmin on pidetty edellistä vaihtoehtoa oikeana. Frosteruksen mukaan ei tämä kuitenkaan pitäne täysin paikkaansa. »Seuduissa, missä on vaihteleva kallioperä, näyttävät paikalliset kivilajit oleellisesti vaikuttavan moreenin kokoomukseen. Tästä päättäen olisi siis moreeni lähtöisin lähimmästä ympäristöstään. Tästä taas seuraa, että seudun kallioperän tuntemuksen perusteella voi tehdä johtopäätöksiä moreenin kivennäiskokoomuksesta ja siis myöskin sen yleisestä kemiallisesta luonteesta.» (Frosterus, 1922). Samoja ajatuksia esittää m.m. Nyholm (1902). (Vrt. myös Suomen Kartasto, 1925, teksti.) Tammin (1921) mukaan vaikuttaa myöskin metsämaalajien muodostumiseen ainakin osittain vuorilajit aineksina irtonaisissa maakerroksissa. Jos graniitti ja gneissi ovat yleisiä, saavat maalajit niistä luonteensa. Maalajien analyysi näiden vuorilajien alueella onkin Tammin (1921) mukaan osoittanut niiden kokoomusta. Toiselta puolen taas, koska vuorilajit ovat yleensä vaihtelevia ja maalajit jään liikuntojen vuoksi sekaantuneet, tulee vuorilajien antama leima maalajeissa näkyviin vasta silloin kun vuorilaji käsittää suuria yhtenäisiä alueita (Tamm, 1921). (Vrt. myös Lukkala, 1919).

Niinkuin aikaisemmin jo vuoriperää selostettaessa on mainittu, on Raja-Karjalan vuoriperä vaihtelevaa eri osissaan. Pääosaltaan sattuu tutkimusalue kuitenkin yhtenäiselle gneissigraniittialueelle ja ainoastaan pieneltä osalta eteläisemmille rapakivi- ja laatokkalaisten liuskeitten alueelle. Jos paikallisen vuoriperän kemiallinen kokoomus vaikuttaa moreenin kemialliseen kokoomukseen, on Raja-Karjalan moreeni lähinnä sellaista kuin gneissi ja graniitti muodostavat. Tämänlaisten maiden primäärisestä ominaisuudesta johtuvasta laihuudesta tai hedelmällisyydestä ollaan ammattimiespiireissä jossain määrin eri mieltä. Tammin mukaan (1921) graniitti ja gneissi ovat muodostaneet Ruotsin keskihyvät maalajit, mutta vaihtelevat maiden ominaisuudet sangen suuresti ilmaston, topografian, maakerrosten paksuuden, kosteussuhteiden y.m. mukaan. Joskin esim. Pohjois-Ruotsin havumetsäalueella huonoimpien metsämaiden tuotto huomattavassa määrässä riippuu mineraalimaan alkuperäisistä ominaisuuksista, ei graniitti-, gneissi- ja syeniittialueilla mineraalimaan kemialliset ominaisuudet ole esteenä suuremmallekin tuotolle (Tamm, 1920). Linkola (1916) on kiinnittänyt huomiotaan m.m. Raja-Karjalan moreenimaihin ja mainitsee niiden olevan hedelmällisyydeltään erilaisia. Nimenomaan graniitti- ja gneissialueet ovat sangen laihoja. Tämä ilmenee m.m. hänen laatimassaan maataloudellis-kasvimaantieteellisessä aluejaoituksessa (Linkola, 1922). Se osa tutkimusalueesta, jolla graniitti- ja gneissi ovat vallitsevia vuorilajeja, on viety sangen laihoihin maihin. Koko maan viljavien ja verraten viljavien maiden suhteellista lihavuutta osoittavassa asteikossa on tutkimusalue pääosaltaan lähempänä laihimpia kuin lihavimpia maita. Hedelmällisimpiä ovat moreenit rapakivialueella. Ilmastolliset eroavaisuudet eivät liene niin suuria, että niiden vaikutukset näkyisivät esim. metsän kasvussa, jonka vuoksi rapakivialueiden suurempi hedelmällisyys graniitti- ja gneissialueisiin verraten johtunee pääasiassa erilaisesta emäkalliosta. (Vrt. myös Lukkala, 1919).

Moreenin laatu saattaa yleensä olla erilaista. Toisin paikoin sen muodostavat lukuisat suuret lohkareet ja kivet, toisin paikoin taas kiviä ja lohkareita on vähemmän ja vastaavassa määrässä enemmän hienompaa kivijauhetta (Frosterus, 1922 ja Suomen Kartasto, 1925, teksti, s. 50). Tutkimusalueen moreenit ovat myöskin jossain määrin vaihtelevaisia raesuuruudeltaan, mutta yleensä ja varsinkin kuusialikasvosten hallussa olevilla mailla on hienoa ainesta sangen runsaasti kivien ja lohkareiden esiintyessä vähemmässä määrässä, mistä m.m. Nyholm (1902), Linkola (1916) ja Lukkala (1919) huomauttavat. Hiekka on useimmiten sangen hienoa, kuivana miltei jauhomaista. Se on pakkautunut niin tiiviisti, että sitä

saattaa »vuolla» teräaseella (vrt. HEIKINHEIMO, 1917). Kts. kuva 1. Tämän laatuisen maan vedenläpäisykyky ei liene kovin suuri (vrt. s. 21).

Kuinka paksuja moreenikerrokset täällä yleensä ovat, siitä ei ole varmaa tietoa. Todennäköisesti kerrosten paksuus vaihtelee vuoriperän pinnanmuodostuksen mukaan. Missä vuoriperässä on laaksoja, sinne on kertynyt runsaammin irtonaisia maakerroksia kuin nousukohtiin. Avokallioiden reunoilla saattaa moreenia olla luonnollisesti hyvin ohkaisesti. Joskus tavataan alueella tasaisehkoja yläviä maita. Niillä ei huomaa kallion olemassa oloa ennenkuin kangas äkisti loppuu jyrkkään rinteeseen, missä kallio paljastuu. Tämän laatuisilla kankailla ei moreeni saata olla kovin paksua. Tavallisilla kangasmailla voi vuoriperä olla joskus lähellä, vaikkei seudulla olisikaan ilmikallioita. Aikaisemmin mainitulla Kollaan salolla on aikoinaan tehty kaivauskokeita ja tällöin syntyneiden aukkojen reunalla saatetaan havaita irtonaisia kerroksia olevan vain 1 á 1.5 m paksuudelta. Samaten havaitaan paikotellen Suojärven rautatien leikkauksissa, miten vuoriperä on vain ohkaisten maakerrosten peitossa. (Vrt. LUKKALA, 1919, s. 11).

Oman leimansa tutkimusalueen moreenimaille varsinkin niillä osilla, jotka nykyisin ovat kuusialikasvosten hallussa, antaa maiden h u u h t o u t u m i n e n. Tässä suhteessa ovat maat hyvin samanlaisia riippumatta siitä minkälainen on seudun vuoriperä. Niinpä esiintyy ilmiö selvänä yhtähyvin rapakivi- kuin graniitti- ja gneissialueella. Huuhtoutumisessa syntyneet horisontit ovat hyvin selvät. Kangasturpeen alla on jokseenkin välittömästi valkohiekkakerros. Se on useimmassa tapauksessa hyvin vaalea ja suhteellisen paksu (kts. kuva 1 ja 2), joissakin yksityisissä kohdissa jopa 20 sm, useimmiten kuitenkin 5—15 sm. Samantapaisia havainnoita valkohiekkakerroksen paksuudesta on KUJALA (1926 b) tehnyt Laatokan Karjalan vanhoilla mailla. TAMMIN mukaan (1921) on tämän kerroksen normaalipaksuus 5—10 sm. (Vrt. myös CAJANDER, 1916). Valkohiekka rajoittuu tavallisesti jyrkästi alla olevaan kerrokseen. Raja ei kuitenkaan ole suoraviivainen, vaan enemmän tai vähemmän aaltomainen. Jos maita on kaskettu ja sen yhteydessä suoritettu maan muokkausta, on valkohiekkakerros rikkoutunut syvemmällä olleiden maakerrosten kanssa. Tavallisessa kulossa sitävastoin ei luonnollisestikaan ole tapahtunut tämänlaatuista sekoittumista. — Valkohiekan alla on ruskohiekkaa. Sille on ominaista intensiivinen värjääntyminen, joka on suurimmillaan valkohiekan rajalla. Syvemmälle mentäessä vaalenee ruskea väri vähitellen kunnes ilman selvää rajaa muuttuu harmahtavaksi perusmaaksi. Ruskohiekkakerroksen paksuus vaihtelee sekin olosuhteiden mukaan, mutta useimmassa tapauksessa se näyttää olevan n. 20 sm:n paksuinen. Niin intensiivisesti värjääntynyt kuin tämä kerros onkin, ei iskostumista ortsteeniksi tavattu

(vrt. Nyholm, 1902). Parilla alavanlaisella kohdalla oli ruskohiekka tosin liimaantunut kokkareiksi, jotka maata kaivettaessa pysyivät koossa, mutta niiden murentamisen saattoi helposti suorittaa käsin.

Ruotsissa suoritettujen tutkimusten mukaan (Tamm, 1920), on podsoloituminen erilainen eri metsätyypeillä. Voimakkain se on mustikkatyypillä ja senjälkeen puolukkatyypillä (vrt. myös Aaltonen, 1926). Tässä tutkimustyössä tehtyjen havaintojen mukaan on sekä mustikka- että puolukkatyypillä, jotka molemmat ovat yleisimpiä tutkimusalueella, kohtalaisen voimakas huuhtoutuminen. Missä määrin molempien välillä on eroa silloin kun ne esiintyvät hienorakeisella moreenimaalla ei tutkimuksista käy ratkaisevasti selville, mutta näyttää siltä niinkuin ero ei olisi kovin huomattava. Puolukkatyypin esiintyessä karkearakeisemmilla, varsinaisilla hiekkamailla, näyttää ilmiö olevan heikompaa ainakin eri horisonttien värieroavaisuuksista päättäen. Toiselta puolen saattaa olla niin, kuten Cajander (1916) huomauttaa, ettei kalvakkamaan väri sellaisenaan ole mikään luotettava huuhdontamäärän mitta. Käenkaali-mustikkatyypillä esiintyy ilmiö selvästi heikompana kuin molemmilla edellisillä metsätyypeillä, seikka, mistä m.m. Tamm (1920) mainitsee.

Podsoloitumisen yleisyyteen nähden eivät tutkimusalueen kangasmaat eronne meikäläisistä kangasmaista yleensä. Sitävastoin sen verrattain pitkälle kehittynyt aste antaa aihetta viittaamaan erääseen puoleen asiasta.

Huuhtoutumisen erilaisesta edistymisestä on esitetty useita erilaisia mielipiteitä ja varmaa onkin, että siihen vaikuttavat hyvin monet tekijät. On painostettu m.m. huuhtoutumisajan merkitystä. Tamm (1920) on havainnut nuorilla, äsken veden alta paljastuneilla (n. 150 v. sitte) mailla huuhtoutumisen olevan heikkoa. Hänen mukaan voidaan Ruotsissa 15 m:n korkeutta meren pinnasta pitää rajana, josta alkaen podsoloituminen on normaalista. Tämän rajan alapuolella ovat maat olleet niin vähän aikaa paljastuneena meren peitosta, ettei prosessi ole ehtinyt saavuttaa samaa astetta kuin korkeammalla olevilla mailla. Normaalisen valko- ja ruskohiekan muodostumiseen tarvitaan pitkä aika, mustikkatyypillä n. 1 000—1 500 vuotta (Tamm, 1920). Sellaisilla mailla, jotka ovat olleet koko jään sulamisajan merenpinnan yläpuolella, on maaprofiili yleensä yhdenmukaisempi kuin meren peitossa olleilla. Tammin tutkimilla kuusialueilla ei ollut sanottavaa eroa mustikka- ja puolukkatyypin maiden maaprofiilissa muuten samanlaisissa oloissa. — Myöskin Wilhelm Graf zu Leiningen[1] painostaa että monien hiekkamaiden laihuus johtuu niiden vanhuudesta,

[1] Rubnerin teoksesta (1925).



Kuva 1. Maaprofiili Suojärven pohj. h. alueesta. VT. Selvä valkohiekkakerros. Maa on ollut niin kovaa, että sitä on kaivettaessa täytynyt lohkoa rautakangella. — *Abb. 1. Bodenprofil aus dem Revier Nord-Suojärvi. VT. Deutliche Bleicherdeschicht. Die Erde war so hart, dass man sie beim Graben mit einer Eisenstange aufbrechen musste.*



Kuva 2. Maaprofiili Loimolasta. VT. Paksu valkohiekkakerros. Männyn juuria näkyvissä. — *Abb. 2. Bodenprofil aus Loimola. VT. Starke Bleicherdeschicht, Kiefernwurzeln sichtbar.*

vaikkakaan hän ei puhu nimenomaan kauan aikaa jatkuneesta huuhtoutumisesta. Sitävastoin KUJALA (1926 b) on havainnut metsämaiden huuhtoutumisen olevan erilaista juuri maiden iästä riippuen. M.m. Pohjanlahden rantamien nuorilla mailla ei huuhtoutumista yleensä esiinny ollenkaan. — Tutkimusalueen maat ovat yleensä olleet kauan vapautuneina meren peitosta. Pohjoiset osat tuskin ovat koskaan olleetkaan veden alla ja eteläisemmät paljastuivat jokseenkin pian jääkauden jälkeen. (Vrt. m.m. RAMSAY, 1900 ja Suomen Kartasto, 1925, teksti). Huuhtoutuminen täällä on voinut jatkua sangen pitkän ajan kuluessa. M o n i e n m u i d e n a s i a a n v a i k u t t a v i e n s e i k k o j e n o h e l l a o n n ä i n o l l e n m a i d e n v a n h u u t t a p i d e t t ä v ä y h t e n ä s y y n ä h u u h t o u t u m i s e n p i t k ä l l e k e h i t t y n e e s e e n a s t e e s e e n.

H a r j u t j a h i e k k a k a n k a a t. Joskin moreenimaat ovat pääasiallisimpana maalajina tutkimusalueella, eivät varsinaiset hiekkamaat harjuina ja hiekkakankaina ole harvinaisia. Harjuista ovat yleisimmät jään kulkusuuntaan, luoteesta kaakkoon kulkevat, sitävastoin jään liikuntaan nähden kohtisuorassa olevia, n.s. reuna- l. poikittaisharjuja ei tavata (Suomen Kartasto, 1925, kartta 9). Harjut ovat paikotellen selvästi seurattavia pitkät matkat. Toisinaan ne sensijaan menettävät varsinaisen harjumaisen luonteensa laajeten alavammiksi ja tasaisemmiksi hiekkakankaiksi. Kun varsinaisten hiekkamaiden ja kuusialikasvosten esiintymisen välillä on selvä riippuvaisuus suhde, on syytä lähemmin selostaa näiden maiden esiintymistä tutkimusalueen eri osilla.

Salmin pitäjän kirkonkylän tienoilla alkaa eräs tutkimusalueen huomattavimpia hiekkaselänteitä. Se kulkee suunnilleen luoteis- kaakkoissuunnassa melkein Salmin hoitoalueen itärajan suuntaisesti ja rajan seudulla. Toisin paikoin harjumuodostuma on selvä ja paikotellen jyrkkärinteinen, toisinaan se taas lientyy laajanlaisiksi, jopa joskus satojakin hehtaareja käsittäviksi hiekkakangasalueiksi, jotka levittäiksevät sekä yksityisten että valtion alueille. Tämän vuoksi Salmin ja osittain Impilahdenkin pitäjien osalle joutuneet valtionmaitten kovat maat länsiosissaan ovat yleensä kuivia hiekkakankaita, joilla eri osilla on eri nimensä. Niillä tienoilla, missä valtionmaitten raja leikkaa Uuksunjoen, on laaja ja karu Rjäböilammin kangas. Se käsittää valtionmaista suuren osan ja vielä suuremman yksityismaista. Usein sattuneiden palojen vuoksi ovat nämä seudut surullisen paljaat. Uomaan kylän länsipuolella on Sääksjärven kankaat, jotka ovat samaa muodostumaa kuin edellinenkin. Silloin tällöin soiden katkaisemana jatkuu harjujen ja yleensä hiekkamaiden aluetta

edelleen luoteista kohti. Laajoina alueina ne esiintyvät vielä Syskyjärven ja Uuksujärven kylien tienoilla. Viimemainitun kylän seudulla hajoaa hiekkamaiden alue suppean viuhkamaisesti laajeneviksi harjuryhmiksi, jotka soitten johdosta katkeavat tuontuostakin. (Suomen Kartasto, 1925, kartta 9). Korpiselän pitäjän valtionmailla esiintyy senvuoksi lukuisia pienempiä harjanteita ja hiekkakankaita, joista mainittakoon Tolvajärven kylän seudut. Siellä on m.m. jo mainittu Tolvajärven toistaiseksi rauhoitettu alue käsittäen harjuja ja hiekkakankaita lähistöllä olevine järvineen. Hiekkamaat ulottuvat tätä seutua kauemmaksikin pohjoiseen. Niinpä tavataan suuri ja verrattain yhtenäinen hiekkakangasalue Korpiselän valtionmaiden pohjoisosissa Paastojärven, Muntaanjärven ja Pinisjärven luoteispuolella.

Paitsi edellämainittuja seutuja, tavataan tutkimusalueella ympäriinsä pienempiä harjumuodostuksia ja lievästi kohoilevia hiekkakankaita. Niiden merkitys kuusialikasvoksille ei kuitenkaan ole kovin suuri.

S a v i. Savi on tutkimusalueella harvinaista. (Vrt. Suomen Kartasto, 1925, kartta 9). Salmin valtionmaiden eteläosissa sitä tavataan jokseenkin yleisesti. Samoin sitä esiintyy paikotellen Soanlahden valtionalueilla, mutta siitä pohjoisempana ylen harvoin. Niinkin etelässä kuin Loimolan seuduilla lienee sitä tunnetusti vain yhdessä paikassa Loimolan joen varrella. Suojärven laajan pitäjän alueella ei puhdasta savea tavattane monessa paikassa. Torasjoen ja siihen kuuluvien järvien rannoilla sitä kuitenkin on jonkun verran. Täällä savi esiintyy muutaman metrin päässä nykyisestä vedenrajasta ja on laadultaan melkoisesti hiekansekaista.[1]

S o i s t u m i n e n. Soistuminen on koko tutkimusalueella hyvin yleistä. Raja-Karjala kuuluu tässä suhteessa eteläisimpänä osana siihen suureen soistumisalueeseen, joka alkaa Pohjois-Suomesta ja jatkuu valtakunnan rajan myötäisenä tänne saakka (Suomen Kartasto, 1925, kartta 16).

Suot ovat pääasiassa syntyneet kangasmaiden soistumisen kautta (CAJANDER, 1913). Niiden laatu vaihtelee melkoisesti tutkimusalueen eri osilla. Yleensä voidaan täälläkin tehdä se havainto, että parempia kangasmaita seuraavat myöskin paremmat suot (vrt. CAJANDER, 1913, s. 70, alaviitta). Erikoisen selvästi käy tämä ilmi vertaamalla eri seuduilla maalajien ja soiden suhdetta. Vierinkivi- ja hiekkamaiden alueella ovat vallassa

[1] Kuvaavaa saven harvinaisuudelle on, että esim. Korpiselän pitäjän sydänmaaseutujen asukkaiden täytyy hakea muurisavi usein penikulmien päästä.

rämeet ja nevat. Rämeet ovat suurimmaksi osaksi runsaasti rahkaisia, joskin muitakin, etupäässä isovarpurämeitä tavataan yleisesti. Rahkaisia ovat myöskin nevat. Niinpä pääosalla Korpiselän pitäjän pohjoisosissa olevia valtionmaita, joilla edelläolevan selostuksen mukaan on runsaasti hiekkamaita, on vallalla rämemäiset suot ja nevat. Ne saavuttavat usein huomattavan laajuuden. Sama on laita myöskin Salmin pitäjän hiekka-alueilla Sääksjärven ja Varpajärven tienoilla. Näillä alueilla on korpien osuus hyvin pieni. Niitä tavataan vain purojen varsilla tai kankaitten välisissä kapeissa salmekkeissa. Korpien laatu on lisäksi niin huono, että suurin osa niistä on vietävä metsän kasvua silmällä pitäen kehnokasvuisiin maihin.

Toisin on sitävastoin laita varsinaisilla moreenialueilla. Siellä ovat suot laadultaan yleensä parempia. Varsin silmäänpistävä on korpien runsaampi esiintyminen (esim. Salmin valtionmaiden eteläosat ja Soanlahden valtionpuisto). Joskin näilläkin alueilla on vaihtelevaisuutta soiden ryhmityksessä, on n.s. karjalainen suokompleksityyppi yleinen (Die Moorkomplexe des karelischen Typus, Cajander, 1913). Koska tämän kompleksityypin ja kuusialikasvoksien välillä on läheinen riippuvaisuussuhde, selostetaan seuraavassa Cajanderin mukaan kompleksien luonnetta lähemmin.

Tälle suokompleksityypille on luonteenomaista soiden monilukuisuus, mutta samalla yksityisten soiden pienuus. Suot ovat ryhmittyneet ikäänkuin jonkinlaiseksi hiussuoniston tapaiseksi verkostoksi. Tämänlaisessa kompleksissa saattaa olla hyvin monenlaisia soita, mutta erikoisemmin huomattava on korpien suhteellinen runsaus. Karjalainen suokompleksityyppi on todettu syntyneeksi pääasiassa kangasmaiden soistumisen kautta etupäässä sellaiselle moreenipohjalle, joka läpäisee huononlaisesti vettä (vrt. s. 17) eikä ole aivan tasainen. Ensiksi on alkanut soistua joku kankaalla oleva painanne. Toisella paikalla on käynyt samoin. Suot kasvavat aikain kuluessa korkeutta ja samalla levenevät. Ennenpitkää alkavat eri paikoilla kasvavat suot tavata toisiaan, jolloin muodostuu lukuisia kapeahkoja korpijuotteja. Tavallisesti on mailla jommoinenkin vedenlasku. Korpijuotteja pitkin virtaavat vedet kerääntyvät alavammille seuduille, joille syntyy rämeitä ja nevojakin, joita molempia tavataan yleisesti korpien ohella. Joskus saattaa soistuminen nimenomaan korpia muodostavana levittäytyä yhtenäiseksi laajalla alalla. Tunnetuimpia tällä tavalla syntyneitä korpia tutkimusalueella on Remssin korpi, joka käsittää Soanlahden valtionmaiden eteläosassa n. 5 000 ha:n suuruisen melkoisen yhtenäisen alueen. Luonteeltaan Remssin korven kaltainen on vähän pohjoisempana oleva Riekkalan korpi.

Karjalaiset suokompleksityypit ovat yleisiä Salmin ja Impilahden valtionmailla varsinkin näiden eteläosissa esiintyen täällä hyvin tyypillisinä (vrt. CAJANDER, 1913, s. 72). Edelleen tavataan niitä melkoisen tyypillisinä Soanlahden valtionmailla ja Korpiselän pitäjissä olevien alueiden eteläosissa. Sitävastoin niillä mailla, jotka alkavat suunnilleen Tolvajärven järvistöstä pohjoiseen aina Kuopion läänin rajaan saakka, ovat suot pääasiassa laajahkoja rämeitä korpien ollessa vähäisiä. Ne osat Suistamon pitäjän valtionmaita, jotka ovat Loimolan järven eteläpuolella, voidaan myös lukea karjalaisten suokompleksityyppien alueeseen. Sama on laita myöskin niiden Suojärven pitäjän valtionalueitten, jotka jäävät Suojärven rautatien eteläpuolelle. Suojärven pohjoinen hoitoalue sitävastoin ei yhtä selvästi ole tätä muodostumaa, vaan paremminkin jonkinlaista puolikarjalaista tyyppiä.[1]

Tiluslajien jakaantuminen. Seuraavalla sivulla olevaan taulukkoon (taulukko I) on hoitoalueittain laadittu yhteenveto tiluslajien jakaantumisesta Raja-Karjalan valtionmailla.[2]

---

[1] Suojärven valtionmaista ei toistaiseksi ole luotettavia karttoja. Parhaillaan käynnissä oleva maiden kartoitus tulee tässä suhteessa antamaan tarkemman kuvan näistä laajoista alueista.

[2] Tiedot on kerätty eri hoitoalueiden metsätalouden tarkastuksissa laadituista asiakirjoista (Asiakirjat 1910, 1911—12, 1919—20, 1921—22, 1923—25, 1925—26). Seuraavat seikat on otettava huomioon. Salmin hoitoalueen ala on sama kuin voimassa olevissa taloudentarkastusasiakirjoissa, muissa sensijaan ei. Korpiselän hoitoalueen nykyiseen viralliseen alaan on laskettu 6592.04 ha:n suuruinen lisäala, n.s. Vieksingin nurkkaus, joka hoito-alueita uudelleen järjestettäessä v. 1923 eroitettiin entisestä Korpiselän hoitoalueesta ja liitettiin nykyiseen Suojärven eteläiseen hoitoalueeseen. Tämä lisäys ei kuitenkaan esiinny Suojärven eteläisen hoitoalueen taloudentarkastusasiakirjoissa, koska lisääminen on tapahtunut asiakirjojen laadinnan jälkeen. Vieksingin nurkkauksen tiluslajien jakaantumisesta ei ole tarkkaa tietoa. Se on laskettu taulukkoon niiden prosenttilukujen perusteella, jotka on saatu läheisiltä samanlaisilta alueilta. — Loimolan hoitoalueen talouskirjojen mukaisesta alasta on vähennetty se osa Suistamon valtion puistoa, joka on v. 1923 liitetty Salmin hoitoalueeseen. Tämän hoitoalueen kohdalla esitetyssä alassa ei myöskään esiinny ne osat Annantehtaan maita, jotka siihen v. 1923 liitettiin, vaan näkyy tämä osuus edelleenkin Annantehtaan maiden kohdalla. — Suojärven pohjoisen ja eteläisen hoitoalueen aloista erikseen ei ole tällä hetkellä tarkkaa tietoa. Sitävastoin molemmat yhdessä osoittavat koko Annantehtaan alueen nykyisin voimassaolevaa alaa. — Kun hoitoalueita uudelleen järjestettiin sotkeutuivat pinta-alatiedot niin, että muunlaistayhdistelmää kuin taulukossa on esitetty olisi ollut sangen vaikeata tehdä. Joskaan eri hoitoalueiden kohdalla mainitut tiedot eivät ole täsmälleen samat kuin hoitoalueiden nykyiset alat, ovat loppusummat kuitenkin samat kuin kaik-

TAULUKKO I. — *TAFEL I.*

RAJA-KARJALAN VALTIONMAITTEN JAKAANTUMINEN TILUSLAJITTAIN.[1] — *EINTEILUNG DER STAATSLÄNDEREIEN IN GRENZ-KARELIEN NACH DER ART DER ANWESEN.*

Hoitoalue — *Revier*		Viljeltyä maata, tontteja, varastoalueita, teitä, y.m. *Kultivierter Boden, Grundstücke, Lagerplätze, Wege, u.a.*			Metsämaata *Waldboden*					Joutomaata (soita, kallioita, louhikoita, y.m.) *Impediment (Sümpfe, Felsen, Geröll, u.a.)*	Maata yhteensä *Boden im ganzen*	Vesiä *Gewässer*	Koko ala *Gesamtfläche*
		Tontteja, varastoalueita, teitä, y.m. *Grundstücke, Lagerplätze Wege, u.a.*	Peltoa ja niittyä (suoviljelykset niihin luettuina) *Acker und Wiesen (Moorkulturen miteinberechnet)*	Yhteensä *Zusammen*	Kasvullista metsämaata yhteensä *Produktiver Waldboden*	Kehnokasvuista metsämaata *Wenig Produktiver Waldboden*: Korpea *Bruchmoor*	Rämettä *Reisermoor*	Metsäisiä kallioita *Bewaldeter Felsboden*	Yhteensä *Zusammen*				
		hehtaareissa ja prosenteissa — *in Hektaren und in Prozenten*											
Salmi — *Salmi*	ha	93.20	200.63	293.83	42 309.14	2 788.55	10 847.26	—	13 635.81	5 659.67	61 898.45	3 624.34	65 522.79
	%	*31.7*	*68.3*	*0.5*	*68.4*	*20.5*	*79.5*	—	*22.0*	*9.1*	*94.5*	*5.5*	*100.0*
Loimola — *Loimola*	ha	30.28	160.71	190.99	20 786.61	5 670.91	11 342.18	26.33	17 039.42	5 333.63	43 350.65	2 790.56	46 141.21
	%	*15.9*	*84.1*	*0.4*	*48.0*	*33.3*	*66.5*	*0.2*	*39.3*	*12.3*	*94.0*	*6.0*	*100.0*
Korpiselkä — *Korpiselkä*	ha	24.56	146.17	170.73	44 003.89	4 850.19	19 694.34	—	24 544.53	10 007.86	78 727.01	7 470.79	86 197.80
	%	*14.4*	*85.6*	*0.2*	*55.9*	*19.8*	*80.2*	—	*31.2*	*12.7*	*91.3*	*8.7*	*100.0*
Suojärven pohj. ja etel.	ha	167.59	67.24	234.83	106 655.54	14 635.00	54 083.00	81.00	68 799.00	36 641.70	212 331.07	10 712.29	223 043.36
Nord- u. Süd-Suojärvi	%	*71.4*	*28.6*	*0.1*	*50.2*	*21.3*	*78.6*	0.1	*32.4*	*17.3*	*95.2*	*4.8*	*100.0*
Yht. — *Zusammen*	ha	315.63	574.75	890.38	213 755.18	27 944.65	95 966.78	107.33	124 018.76	57 642.86	396 307.18	24 597.98	420 905.16
	%	*35.4*	*64.6*	*0.2*	*53.9*	*22.5*	*77.4*	*0.1*	*31.3*	*14.6*	*94.2*	*5.8*	*100.0*

[1] Sarakkeiden »yhteensä» prosenttiluvut ovat lasketut koko maa-alasta, muut luvut asianomaisesta yhteissummasta. Taulukkoon sisältyy torppien hakamaat, luonnonpuistot, säästömetsät eli yleensä koko valtion maa-ala.

Niinkuin taulukosta käy selville ovat Raja-Karjalan valtionmaat melkein yksinomaan metsäalueita siinä mielessä, ettei siellä ole paljoakaan viljeltyä maata. Kaikki sellaiset alueet kuin viljelty maa (niityt niihin luettuina), tontit, tiet, varastoalueet y.m. tekevät vain 0.2 % koko maa-alasta. Kasvullisen metsämaan ala vaihtelee jonkun verran eri hoitoalueissa. Salmin hoitoalueessa se on suurin, nimittäin 68.4 % koko maa-alasta ja pienin Loimolan hoitoalueessa 48.0 %. Kaikki tutkimusalueen valtionmaat huomioon otettuna on kasvullisen maan osuus 53.9 % koko alasta. Samassa suhteessa kuin kasvullisen maan ala vähenee lisääntyy kehnokasvuisen ala ja päinvastoin. Kehnokasvuinen maa jakaantuu korpien ja rämeitten kesken siten, että korpia on keskimäärin 22.5 ja rämeitä 77.4 %, loput 0.1 % ovat metsäisiä vuoria. Joutomaan prosenttinen osuus on 14.6 % koko maa-alasta. Joutomaa on melkein yksinomaan suota. Avokallioita, louhikoita y.m.s. on hyvin vähän.

Valtion alueitten alasta on maata 94.2 %, loput ovat vesiä.

Metsätalouden tarkastuksissa on maat luokiteltu metsätyypittäin. Seuraava taulukko (taulukko II) osoittaa kasvullisen maan jakaantumisen tässä suhteessa sekä lisäksi kasvullisten ja kehnokasvuisten korpien ja rämeiden osuuden — kaikki samanlaista hoitoaluejaoitusta seuraten kuin taulukossa I.[1]

Tutkimusalueen kovista maista on puolukkatyyppi yleisin ollen sen osuus 47.4 % kasvullisen maan alasta. Lähinnä seuraava on mustikkatyyppi, 25.7 %. Mustikkatyyppiä parempia maita on huomattavan vähän. Vaikka nämä maat on kaikki laskettu yhteen OMT:n kanssa ei niiden osuus ole kuin 0.3 % kasvullisen maan alasta. Kovin suureksi ei nouse myöskään CT:n ja ClT:n osuus. Yhteensä on niitä 13.5 % kasvullisesta maasta.

kien hoitoalueiden nykyinen yhteinen ala. Tiluslajien jakaantumistietoihin ei hoitoalueiden uudelleen järjestäminen ole vaikuttanut häiritsevästi.

Koska talousasiakirjoista on saatu tiedot suureksi osaksi valmiiksi laskettuina, ei ole katsottu olevan syytä ryhtyä lukuja pyöristämään, vaikka sen olisi ehkä asialliselta kannalta voinut tehdä.

[1] Kun metsätalouden tarkastuksissa on esitetty metsätyyppien jakaantuminen vain n.s. metsätalouteen kuuluvalla alalla (siis torppien hakamaat y.m. s. poislaskettuina), ei tässäkään ole voitu käsitellä muuta alaa. Sen vuoksi loppusummat eivät ole samat kuin taulukossa I, johon on otettu mukaan myöskin metsätalouteen kuulumaton ala. — Lukujen pyöristyksestä viitataan edelliseen alaviittaan.

Lyhennykset taulukossa ja tekstissä: OMT = käenkaali-mustikkatyyppi; MT = mustikkatyyppi; VT = puolukkatyyppi; CT = kanervatyyppi; CLT = jäkälätyyppi; KpI = kasvullinen korpi; RäI = kasvullinen räme; KpII = kehnokasvuinen korpi; RäII = kehnokasvuinen räme; VrII = kehnokasvuinen kallio, vuori.

TAULUKKO II. — *TAFEL II.*

Metsätyyppi *Waldtypus*	Salmi		Loimola		Korpiselkä		Suojärvi		Yhteensä *Zusammen*	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
OMT	384.48	0.9	126.16	0.6	170.16	0.4	—	—	680.80	0.3
MT	21 330.01	51.6	5 325.78	25.8	11 168.78	25.7	16 507.00	15.5	54 331.57	25.7
VT	8 280.78	20.1	9 972.81	48.3	24 114.85	55.6	57 954.00	54.5	100 322.44	47.4
CT. ClT	4 880.42	11.8	3 396.67	16.5	2 097.10	4.8	18 300.00	17.2	28 674.19	13.5
Kp I [1]	6 193.25	15.0	1 548.97	7.5	5 407.25	12.5	2 772.00	2.6	15 921.47	7.5
Rä I [2]	253.95	0.6	265.46	1.3	452.44	1.0	10 866.00	10.2	11 837.85	5.6
Yhteensä *Zusammen*	41 322.89	100.0	20 635.85	100.0	43 410.58	100.0	106 399.00	100.0	211 768.32	100.0
Kp II [3]	2 657.16	19.8	5 347.63	31.5	5 117.72	21.0	14 635.00	21.3	27 757.51	22.5
Rä II [4]	10 759.59	80.2	11 624.63	68.4	19 265.06	79.0	54 083.00	78.6	95 732.28	77.5
Vr II [5]	—	—	21.66	0.1	—	—	81.00	0.1	102.66	—
Yhteensä *Zusammen*	13 416.75	100.0	16 993.92	100.0	24 382.78	100.0	68 799.00	100.0	123 592.45	100.0

Tässä ryhmässä on valtavana enemmistönä CT, sillä ClT:ä on vain hyvin harvoin kuivimpien kankaiden ylimmillä osilla. Kasvullisia korpia on tutkimusalueella 7.5 % kasvullisen maan alasta, rämeitä vähemmän, eli 5.6 %.

Koko metsää tuottavasta alasta (kasvulliset + kehnokasvuiset maat) on korpia 43 678.98 ha eli 18.2 %. Korpien koko alasta on kasvullisia 36.5 ja kehnokasvuisia 63.5 %.[6] Pääosa tutkimusalueen metsää tuottavista korvista on näinollen kehnokasvuista. Samanlainen suhde on rämeissä, niinkuin taulukosta helposti nähdään.

Metsätyyppien jakaantumiseen nähden ovat eri valtionmaat melkoisesti toisistaan eroavia. Niinpä osoittaa taulukko, että Salmin hoitoalueessa on eniten hyvänlaisia maita. MT:n osuus on siellä 51.6 % koko kasvullisen maan alasta. Korpiselän hoitoalueessa ja Suojärven

---

1 Produktiv. Bruchmoor.
2 —»— Reisermoor.
3 Weniger produktiv. Bruchmoor.
4 —»— —»— Reisermoor.
5 —»— —»— Felsen.
6 Korpia on jonkunverran joutomaissakin, mutta tätä osuutta ei ole syytä ottaa tässä huomioon.

valtionmailla on taas puolukkatyypin osuus suurin, edellisessä 55.6 ja jälkimmäisessä 54.5 %.[1]

VALTAMETSÄT.[2]

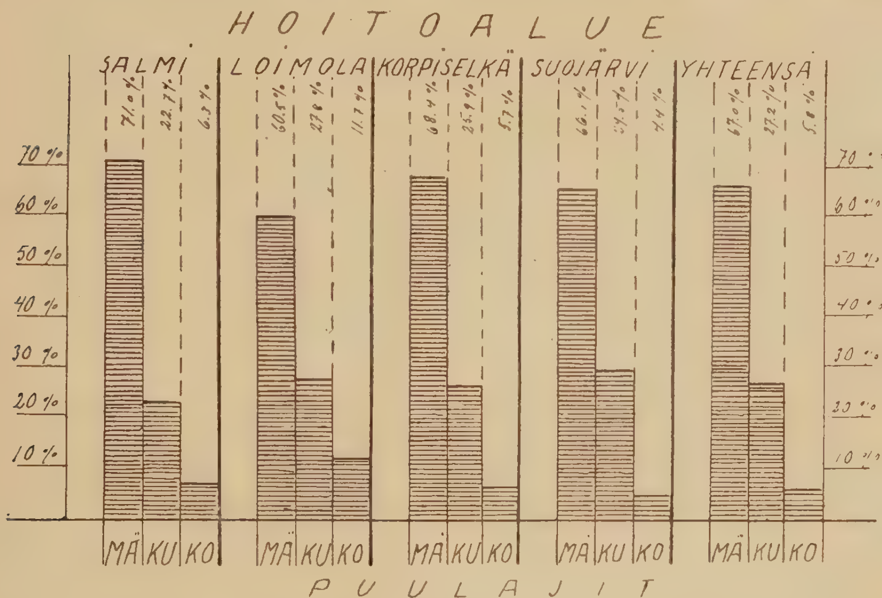
Raja-Karjalan metsät eivät suinkaan ole jääneet tutkijoiden huomiota vaille. Paitsi puhtaasti botaanisia tutkimuksia (Linkola, 1916, 1921), joissa myöskin puukasvustoon on kiinnitetty huomiota, ovat useat meikäläiset metsätieteilijät suorittaneet siellä tutkimuksia. Tässä suhteessa on ennenkaikkia mainittava Heikinheimon (1915), Multamäen (1919), Ilvessalon, Y. (1916, 1927) työt. Nämä tutkimukset koskevat kuitenkin osittain toisiakin alueita kuin tässä Raja-Karjalana pidettyä, osittain ne ovat suoritetut kunkin tutkijan erikoistarkoituksia silmälläpitäen eivätkä näinollen sovellu täydelleen taustaksi kuusialikasvostutkimuksille. Sen vuoksi on syytä tässä yhteydessä tehdä lyhyt yhteenveto sellaisista Raja-Karjalan valtionmaiden valtametsiä koskevista seikoista, joilla on merkitystä varsinaiselle tutkimukselle. Tämä on katsottu tarpeelliseksi sitä suuremmalla syyllä kun tiedot voidaan perustaa suureksi osaksi yksityiskohtaisiin ensikäden lähteisiin. Lähemmän käsittelyn alaiseksi on otettu valtametsien puulaji- ja ikäluokkasuhteet. Näiden lisäksi on kosketeltu lyhyesti sulkeutuneisuutta ja kasvusuhteita pääasiassa aikaisempien tutkimuksien perusteella.

P u u l a j i s u h t e e t. Raja-Karjalan hoitoalueiden metsätalouden tarkastusasiakirjoista saadaan nykyisin jokseenkin tarkat tiedot puulajien jakaantumisesta. Annantehtaan metsistä ovat tilastot kuitenkin ylimalkaisempia, koska metsätalouden tarkastus siellä ei toistaiseksi ole ollut yhtä täydellinen kuin muissa hoitoalueissa. Kun näiltäkin alueilta olevat tiedot suurin piirtein vastannevat todellisia suhteita, on katsottu voitavan esittää ne yhdessä muiden valtionmetsäin kanssa.

Puulajien jakaantumisesta kerätyt tiedot esitetään graafillisesti, koska tämä esitystapa antaa selvimmän yleiskatsauksen. Kuva 3.

[1] Korpiselän hoitoalueen korkeassa VT:n prosenttisessa osuudessa painavat paljon laajat, Tolvasjärven pohjoispuolella olevat alueet. Ne osat hoitoalueen maista, jotka ovat Soanlahden pitäjässä antaisivat erikseen otettuna korkean MT:n osuuden. Muissakin hoitoalueissa on verrattain laajoja alueita, jotka erikseen esitettyinä osoittaisivat keskimääristä huomattavia poikkeuksia. Tässä yhteydessä ei ole kuitenkaan syytä ryhtyä yksityiskohtaisemmin esittelemään erilaista paikallista metsätyyppien jakaantumista.

[2] Valtametsät-nimitystä tässä yhteydessä on käytetty alikasvoksien vastakohtana. Vrt. tuonnempana yli- ja alikasvos-käsitettä.



Kuva 3. Puulajien jakaantuminen Raja-Karjalan valtionmaiden kasvullisella maalla. — *Abb. 3. Verteilung der Holzarten auf den produktiven Waldböden der Staatswälder in Grenz-Karelien. Hoitoalue = Revier, Puulajit = Holzarten, Mä = Kiefer, Ku = Fichte, Ko = Birke.*

Tutkimusalueen valtionmaiden valtametsissä on männyn osuus muihin puulajeihin verraten hyvin suuri. Mäntyvaltaisia metsiä on yhteensä 67.0 % koko metsää kasvavan kasvullisen maan alasta kuusivaltaisten osuuden ollessa 27.2 ja koivuvaltaisten 5.8 %. Joskin puulajisuhteet eri hoitoalueissa jonkunverran vaihtelevat, voidaan kuitenkin panna merkille hyvin suuri yhdenmukaisuus eri hoitoalueissa. Mäntyvaltaisten metsien osuus vaihtelee 60.5—71.0 %:n välillä ollen pienin Loimolan ja suurin Salmin hoitoalueessa.[1]

Tilastossa sisältyy kasvullisiin maihin myöskin kasvulliset korvet. Jos voitaisiin laatia tiedot siten, että kasvullisilla mailla kävisi selville erikseen korpien osuus, joilla metsät miltei kauttaaltaan ovat kuusivaltaisia, tulisi kankaiden osalle vieläkin suurempi mäntyvaltaisten metsien suhdeluku. Tätä ei kuitenkaan tilastojen vaillinaisuuden vuoksi voida tehdä

[1] Vertauksen vuoksi mainittakoon, että valtakunnan metsien arvioimisessa on saatu seuraavat luvut puulajisuhteista Viipurin läänin valtionmailla: mäntyvaltaisia 66.9, kuusivaltaisia 26.8 ja lehtipuuvaltaisia 6.1 % (ILVESSALO, Y. 1927, taulukko 48).

koko valtionmailla. Eräiltä osilta sensijaan saadaan yksityiskohtaisempia tietoja. Salmin hoitoalueessa on kovilla mailla mäntyvaltaisia metsiä 83.4 ja kuusivaltaisia ainoastaan 9.3 %. Muu osa alasta on aukkoja ja lehtipuu- (koivu-) valtaisia metsiä. Korpiselän hoitoalueessa ovat vastaavat luvut 76.8 ja 16.9 %.

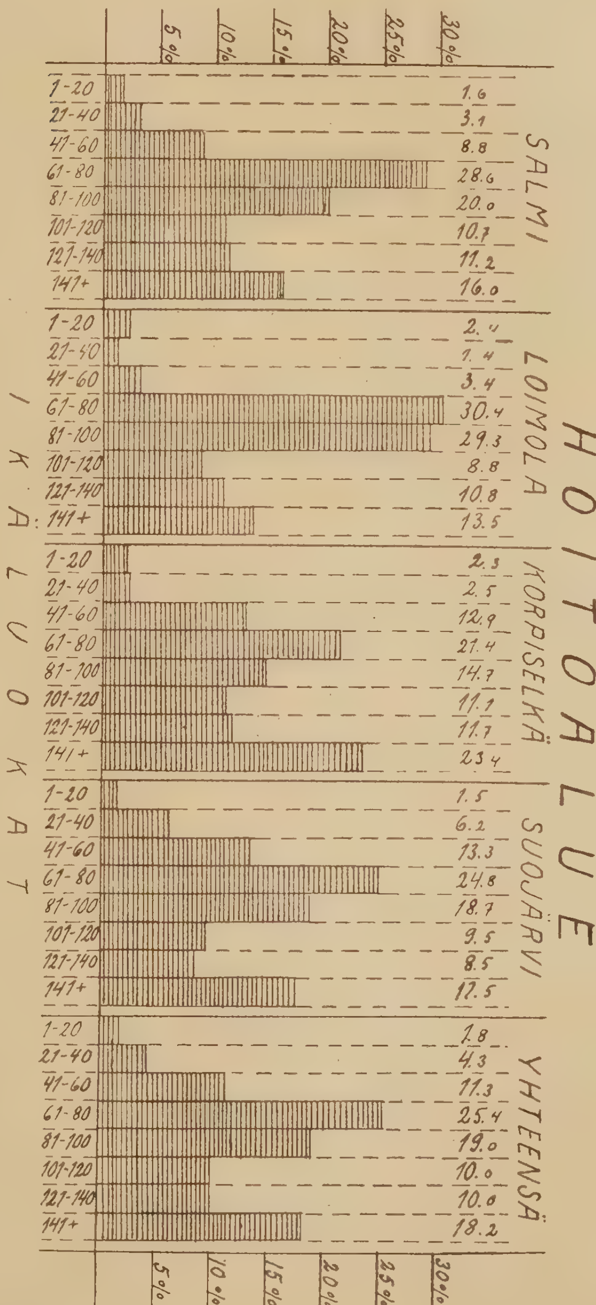
Puulajien jakaantuminen tutkimusalueen ja hoitoalueiden yksityisillä osilla saattaa luonnollisesti poiketa paljon edellämainituista keskimääräisistä luvuista. Niillä osilla, joilla vallitsevina ovat kuivat kankaat, on mänty miltei yksinomainen puulaji. Tuoreemmilla kovilla mailla voi koivun ja kuusen osuus olla huomattava. Laajoilla korpialueilla (Remssin korpi) on kuusi valtapuulaji j.n.e.

Arvosteltaessa puulajien jakaantumista eri puulajivaltaisuuden mukaan, kuten edellä on tehty, ei kuitenkaan saada täysin oikeata kuvaa kyseessäolevasta seikasta, sillä metsiköt eivät ole läheskään aina puhtaita, vaan kuhunkin valtaisuusluokkaan sisältyy enemmän tai vähemmän sekapuita. Jos kutakin valtaisuusluokkaa olisi yhtä suuret alat ja sekapuita samat prosenttiset osuudet, voitaisiin arvioita pitää täysin oikeina, sillä eri puulajit tasottaisivat toisiaan. Niin ei kuitenkaan täydelleen tapahdu. Esim. tuoreiden kankaiden mäntyvaltaisissa metsissä on usein runsaasti kuusta ja lehtipuita. Kuusi- ja lehtipuuvaltaisissa metsissä taas ei tarvitse olla vastaavassa määrässä mäntyjä j.n.e. Lehtipuuvaltaisiksi merkityt metsät ovat miltei yksinomaan koivuvaltaisia, sillä muita puulajeja ei yleensä esiinny kuin vähäisessä määrässä yksityisinä sekapuina. Poikkeukset ovat kuitenkin lepikko- ja haavikkovesakot nuoremmilla kaskialoilla, mutta niiden osuus ei paina paljon yleisessä puulajijaotuksessa.

Ikäluokkasuhteet: Metsien ikäluokkasuhteita koskevat tiedot ovat myöskin kootut metsätalouden tarkastusasiakirjoista. Niissä ovat metsät arvioidut ikäluokittain kasvullisella maalla 20-vuotisissa ikäluokissa. Yleensä koskevat arviot valtametsää, mutta Salmin ja Korpiselän hoitoalueissa on kuitenkin ylispuut, milloin sellaisia on ollut, arvioitu erikseen. Alimetsää ei ole otettu huomioon ikäluokkajaotuksia tehtäessä. — Ikäluokkainkin jakaantumisen selvittämiseksi on katsottu graafillinen esitys riittäväksi. Kuva 4.

Yleisenä piirteenä on ikäluokkain epätasainen jakaantuminen. Epätasaisuus on suurin piirtein samanlainen eri hoitoalueiden osalla. Koko Raja-Karjalan valtionmetsäin alueella on 1—20 vuotisia metsiä vain 1.8 % metsääkasvavan kasvullisen maan alasta.[1] Siitä alkaen nousee

[1] Sellaisia aukkoja, jotka metsätalouden tarkastuksissa on voitu pitää itsenäisinä talouskuvioina, on vain 1.0 % kasvullisen maan alasta.



Kuva 4. Ikäluokkain jakaantuminen Raja-Karjalan valtionmaiden k a s v u l l i s e l l a maalla. — *Abb 4. Verteilung der Altersklassen auf den produktiven Boden der Staatswälder in Grenz-Karelien. H o i t o a l u e = Revier. I k ä l u o k a t* = Altersklassen.

jyrkästi vanhempien ikäluokkien osuus ollen maksimi 25.1 % 61—80-vuotisten metsien kohdalla. Huomattava on, että kaikissa hoitoalueissa on maksimi tämän ikäkauden kohdalla. Ikäluokasta 61—80 v. alkaa lasku. 141 + -vuotisia ikäluokkia on taas enemmän kuin lähinnä nuorempia. Tämä johtuu siitä, että 141 + -vuotisiin metsiin kuuluvat kaikki vanhimmat ja niitä on useita 20-vuotisia ikäluokkia yli 141 vuoden. Harvinaisia eivät ole yli 200 vuotta vanhat metsiköt.

Vanhojen ja vanhanlaisten metsien osuudesta nuorempiin antaa valaisevan kuvan seuraava asetelma. Jos koko valtionmetsäin alueella pannaan rajaksi niin korkea ikä kuin 81 vuotta ja lasketaan kuinka suuri osuus kasvullisen maan alasta tulee eri puolille tätä raja-aikaa, saadaan nuorempien metsien osuudeksi 42.8 ja vanhempien 57.2 %. Yksityisten hoitoalueiden osalla saattavat suhteet olla vieläkin räikeämmät. Niinpä saadaan Loimolan hoitoalueesta vastaaviksi luvuiksi 36.6 ja 62.4 %.[1]

Ikäluokkain jakaantuminen osoittaa, että 44.4 % tutkimusalueen metsistä on n. 61—100 v:n ikäisiä. Että juuri näihin aikoihin on voinut metsittyä lähes puolet koko alueen kasvullisista maista, on todistuksena silloin vallinneista metsien nuorentumiselle kiitollisista olosuhteista, joiden muodostumiseen kaskenpoltto ja metsäpalot epäilemättä ovat olleet suurimpana syynä. Kaskenhakkuussa poistettiin entinen kasvos kokonaan alalta, jonka jälkeen syntyi tilaa uudelle metsälle, mikä nyt esiintyy 61—100-vuotisena. Kuloissa taas on metsä harventunut siinä määrin, että uudistuminen on voinut tapahtua. Luonnollisesti ovat nämä seikat vaikuttaneet aikaisempina aikoinakin. Mutta silloin syntyneet metsät ovat olleet jo niin vanhoja, että niitä on hakattu, mistä taas on seurauksena vanhempien ikäluokkien väheneminen 61—100-vuotisiin verraten.

Toiselta puolen hakkuiden vaikutusta ei ole kovin suureksi arvioitava. Aikaisemmat hakkuut ovat olleet pääasiassa harsinnoita. Niissä on tosin poistettu vanhoja puita, mutta ainakin sellaisissa tapauksissa, missä metsikkö on ollut suunnilleen tasaikäistä, on jäänyt jälelle vielä joltisenkin tiheä kasvos. Se on ikää arvioitaessa saatettu kuitenkin viedä samaan ikäluokkaan kuin aikaisempi, hakkaamaton metsä. Tämänlaisissa tapauksissa metsä tosin on käynyt harvemmaksi, mutta ikäluokkain jakaantumiseen ei hakkuu ole vaikuttanut. Toisenlaatuisiakin tapauksia on luonnollisesti ollut. Ylispuuhakkuissa jää jälelle nuorempaa ikäluokkaa,

[1] Valtakunnan metsien arvioimisessa on saatu Viipurin läänin valtionmailla seuraava ikäluokkien jakaantuminen: 1—20-vuotisia 0.3 %, 21—40-vuotisia 1.4 %, 41—60-vuotisia 9.9 %, 61—80-vuotisia 12.2 %, 81—100-vuotisia 22.3 %, 101—120-vuotisia 24.1 % 121—140-vuotisia 20.8 %, 141 + -vuotisia 8.8 % (Ilvessalo, Y., 1927, taulukko 61 a).

joten vanhojen metsien osuus pienenee. Samaan suuntaan vaikuttavat nykyaikaiset päähakkuut. Nekin ovat omiaan vähentämään vanhojen ikäluokkien osuutta. Siitä päättäen, että vanhempia ikäluokkia on yleensä vähemmän kuin 61—100-vuotisia, näyttävät suoritetut hakkuut kaikesta huolimatta vähentäneen vanhempien metsien osuutta.

Sen jälkeen kun nykyiset valtionmetsät ovat joutuneet valtion järjestelmälliseen käyttöön on kaskenpoltto lakannut.[1] Metsäpalot ovat myöskin käyneet vähäisemmiksi joskaan ei ehkä lukumäärältään niin kuitenkin palaneeseen alaan nähden (vrt. s. 102). Nämä seikat, jotka aikaisemmin olivat suuresti edistäneet metsien uudistumista, ovat näinollen menettäneet tässä suhteessa suuren osan merkityksestään. Metsät eivät ole uudistuneet siinä määrin kuin ennen, mikä ilmenee nykyisin nuorien metsien suhteellisen pienenä osuutena. Kaikesta päättäen on kulojen ja kaskenpolton väheneminen tapahtunut vähitellen, koska ikäluokkien osuudet nousevat asteettain nuorimmista vanhempiin päin.

Parin viimeisen vuosikymmenen aikana ovat metsät nuorentuneet sangen heikosti. Koko laajalla Raja-Karjalan valtionmetsäalueella on 1—20-vuotisia metsiä ainoastaan 1.8 % kasvullisen maan alasta. Esim. Annantehtaan metsäalalla on niiden prosenttinen osuus vieläkin pienempi, 1.5 %. Erittäin selvästi on tässä havaittavissa kulojen ja kaskenpolton merkityksen väheneminen. Metsiä nuorentavaksi tekijäksi jäävät täällä yhä suuremmassa määrässä hakkuut. Kuten edellä jo on mainittu, eivät aikaisemmat enemmän tai vähemmän harsintaluontoiset hakkuut ole olleet omiaan nuorentamaan näitä pääasiassa mäntyvaltaisia metsiä. Sen vuoksi viimeaikoina on ryhdytty toimittamaan todellisia uudistushakkauksia. Nämä ovat kuitenkin niin äsken suoritettuja toimenpiteitä, ettei niiden vaikutus näy huomattavammassa määrässä edelläesitetyssä tilastossa. — Joka tapauksessa on yhä edelleenkin metsien uudistaminen kaikkein tärkeimpiä Raja-Karjalan valtionmetsien metsänhoidollisia kysymyksiä.

S u l k e u t u n e i s u u s. Jos Raja-Karjalan valtionmetsiä verrataan muihin Etelä-Suomen valtionmetsiin, eivät ne yleensä sulkeutuneisuuteen nähden ole suuresti muista poikkeavia. Kulot ovat tietenkin harventaneet

[1] Annantehtaan metsät eivät ole olleet vielä kauan aikaa Suomen valtion hallussa. Voidaan kuitenkin otaksua, että Venäjän valtion hallinnossa ollessa näillä alueilla olosuhteet kaskenpolttoon ja kaskeamiseen nähden olivat suunnilleen samat kuin Suomen valtion alueilla. Venäjän valtion hallinnossa Annantehtaan metsiä käytettiin näet järjestelmällisesti metsätalouteen. Oli hoitoalueet, vartiopiirit vakinaisine metsänvartijoineen, taloussuunnitelmat j.n.e.

metsiä enemmän tai vähemmän silloinkin kun metsä ei ole kokonaan tuhoutunut. Tämän vuoksi saattavat jotkut metsiköt olla harvempia kuin ne muutoin olisivat. Vanhojen puiden harsinnan kautta on harvenemista luonnollisesti myös tapahtunut. Hakkuiden samoin kuin kulojen vaikutus on kuitenkin sangen moniasteinen vaihdellen aukoista tuskin huomattavaan määrään. Yleensä voidaan sanoa koskemattomien metsien olevan keskulaisen tiheitä ollen tiheysaste niissä useimmiten 0.7—0.8, mutta kovin harvinaisia eivät ole tiheytensä puolesta täysin luonnonnormaaliset metsiköt. — Koska tiheyssuhteet Raja-Karjalan valtionmetsissä eivät suuresti poikenne muista Suomen eteläpuoliskon varsinaisista valtionmetsistä, esitetään tässä näitä koskevat tiedot. Valtakunnan metsien arvioimisessa saatiin kasvullisten metsien tiheydeksi Suomen eteläpuoliskon varsinaisilla valtionmailla seuraavat luvut (ILVESSALO, Y., 1927, taulukko 73).[1]

Tiheysaste	0.1	1.7	% alasta
»	0.2—0.3	3.5	» »
»	0.4—0.5	12.4	» »
»	0.6—0.7	50.9	» »
»	0.8—1.0	31.5	» »
Yhteensä		100.0	% alasta

Kasvusuhteet. Tämän tutkimuksen yhteydessä ei ole suoritettu sellaisia kasvututkimuksia, joista kävisi selville myöskin valtametsien kasvusuhteet. Tämän vuoksi täytyy tiedot esittää aikaisempien tutkimuksien nojalla. Valtakunnan metsien arvioimisessa on Laatokan pohjoispuolisille valtiometsille laskettu erikseen niiden kasvun suuruus. Seuraavat luvut esitetään tässä.[1]

Keskimäärin hehtaaria kohti vuodessa kasvavat:

lehtometsät	4.0	m³	kuoretonta	puuta
MT	3.1	»	»	»
VT	2.7	»	»	»
CT	1.9	»	»	»
KPI	1.7	»	»	»
RäI	1.1	»	»	»

[1] Lukuihin ei tässäkään sisälly alimetsät.

[1] Tiedot laskettu Metsätieteellisellä tutkimuslaitoksella Salmin ja Korpiselän hoitoalueiden taloussuunnitelmia varten (Asiakirjat 1923—25 ja 1925—26).

Koko Viipurin läänissä on valtakunnan metsien arvioimisessa laskettu valtionmailla vuotuiseksi juoksevaksi kuutiokasvuksi keskimäärin ha kohti seuraavat määrät (Ilvessalo, Y., 1927, taulukko 102 a):

lehtometsät	4.15	m^3	kuoretonta	puuta
MT	3.67	»	»	»
VT	2.90	»	»	»
CT	2.31	»	»	»
Kpl	1.80	»	»	»
Räl	1.39	»	»	»

Näiden lukujen mukaan on Laatokan pohjois-puolisten, siis myöskin tutkimusalueen valtionmetsäin kasvu pienempi kuin valtionmetsissä yleensä Viipurin läänissä. Osittain tähän vaikuttanee ikäluokkain jakaantuminen, mutta osittain voi siihen olla syynä myös metsien luontainen keskimääräistä huonompi kasvu Raja-Karjalassa.

Valtakunnan metsien arvioimistuloksista ei käy selville, minkälaiset ovat eri puulajien kasvusuhteet Laatokan pohjoispuolisissa valtionmetsissä, jonka vuoksi ei voida tehdä vertailuja läänin muiden osien kanssa. Männyn kasvussa tuskin onkaan sanottavaa eroa (vrt. esim. Ilvessalo, Y. 1916). Todennäköiseltä sitävastoin tuntuu, että kuusivaltaiset metsät eivät keskimäärin kasva huonommin kuin mänty keskimäärin[1], vaan myöskin huonommin kuin kuusi yleensä Etelä-Suomessa. Riippuuko tämä kasvupaikasta tai muista syistä, jääköön tässä yhteydessä lähemmin koskettelematta.[2]

[1] Suomen eteläpuoliskossa on niillä metsätyypeillä, jotka Raja-Karjalan valtionmailla ovat yleisimpiä, kuusen kasvu huonompi kuin männyn (Ilvessalo, Y., 1927, taulukko 103).

[2] Jonkinlaisena todistuksena kuusen yleisestä hitaasta kasvusta lienee m.m. se, että raja-karjalaista kuusta pidetään hyvänä paperipuuna tiivissyisyyden takia. Väitetäänpä tämän seikan vuoksi maksetun korkeampaa hintaakin kuin muualla muuten samanlaisissa oloissa. Missä määrin tiivissyisyys todella merkitsee hyvää paperipuuta, jääköön tässä yhteydessä lähemmin koskettelematta. Viitataan m.m. Lassilan (1928) kirjoitukseen.

Erikoinen osa.

Kuusialikasvokset tutkimusalueella.

KATSAUS AIKAISEMPAAN ALIKASVOKSIA KÄSITTELEVÄÄN KIRJALLISUUTEEN.

Seuraavassa esityksessä luodaan taustaksi varsinaiselle tutkimukselle silmäys aikaisempaan alikasvoksia koskevaan kirjallisuuteen. Kun tieteellisessä kirjallisuudessa esiintyy lukematon joukko useinkin muiden tutkimusten yhteydessä sivumennen tehtyjä huomautuksia alikasvoksista, ei niistä kaikista ole pyritty esittämään yhteenvetoa, vaan pääasiassa tyydytty selostamaan sellaisia töitä, jotka koskevat alikasvoksia itseään tai muuten pyrkivät perusteellisemmin selvittämään alikasvosten yhteydessä olevia kysymyksiä. Päähuomio on kiinnitetty kirjallisuuteen, jossa selvitetään kuusen osuutta alikasvoksina.

Keski-Euroopan maissa, erikoisesti Saksassa, on jo aikaisin sukeutunut keskustelua alikasvoksen hyödyllisyydestä tai vahingollisuudesta sekä yleensä sen metsänhoidollisesta merkityksestä.[1] Alikasvoksella on katsottu olevan merkitystä monessa suhteessa. Se suojaa maata (»Bodenschutzholz») liiallista kuivumista vastaan, se parantaa ylikasvoksen kasvua tai ellei sitä tekisikään, on sillä kuitenkin edullinen vaikutus ylikasvoksen teknillisiin ominaisuuksiin. Toiselta puolen on selitetty alikasvoksella olevan haitallisia vaikutuksia. Ennenkaikkea on väitetty ylikasvoksen kasvavan hitaammin alikasvoksen ohella, siis alikasvoksella on vaikutusta ylikasvokseen kilpailijana ravinnosta. Nämä erilaiset käsityskannat, jotka eivät läheskään aina perustu ylimalkaisiin arveluihin, vaan usein myös välittömiin tutkimuksiin, käyvät lähemmin selville seuraavasta.

[1] Alimetsille on saksankielisessä kirjallisuudessa käytetty eri nimityksiä kuten »Bodenholz», »Unterholz», »Unterwuchs», »Unterbusch», »Unterstand», j.n.e. Tässä yhteydessä on nimitystä »alikasvos» käytetty vastaamaan niitä kaikkia. Vastakohtana alikasvokselle on »Oberstand», Oberholz» j.n.e. Niitä vastaamaan on käytetty nimitystä »ylikasvos». Myöhemmin (s. 62—63) on lähemmin määritelty mitä tässä tutkimuksessa käsitetään molemmilla nimityksillä.

Ensimmäisiä huomattavampia kirjallisia mainintoja alikasvoksien merkityksesta kertoo KAST (1889, s. 52) löytäneensä 1840-luvulla. Kysymyksenä oli pyökkialikasvoksella »— dem mit einer Heidelbeerdecke überzogenen Boden wieder eine Laubdecke zu verschaffen, die Bodenthätigkeit damit zu heben und den so gesunkenen Wuchs der Eichen wieder zu steigern.» Mutta vasta sitten (KASTin mukaan) sai alikasvosviljelys varsinaisen merkityksen »— als man die Vortheile der Lichtungshiebe erkannte und in dem Unterbau (Unterwuchs) ein vortreffliches Mittel sah, die infolge der Lichthiebe zu befürchtende Bodenverschlechterung zu vermeiden.»

Huomattavamman sysäyksen voidaan alikasvosasian katsoa saaneen vasta sen jälkeen kun BURCKHARDT oli ottanut asian omakseen. Useissa kirjoituksissa (1850, 1865) selostaa hän alikasvoksien merkitystä. Kirjoitusten ytimenä oli pääasiassa seuraavat seikat: »Das Bodenschutzholz (Unterholz, Unterbusch, Unterwuchs) hat den Zweck, unter dem Vorstande einer begünstigten Holzart den Boden zu decken, ihn gegen nachtheiligen Lichteinfall und gegen auszehrende Winde zu schirmen, die Streunutzung zu erschweren und minder schädlich zu machen, nachtheilige Forstunkräuter fern zu halten, des Bodens Frische, Lockerheit und Humus zu fördern[1], kurz, jenen Bodenzustand herbeizuführen und zu unterhalten, welcher eine Bedingung des guten Waldwuchses ist.» (1850). Hyvän suojuspuun täytyy ennen kaikkea kestää ylikasvoksen varjostusta ja samalla peittää hyvin maata ja sitä hedelmöittää. Nämä vaatimukset täyttävät parhaiten pyökki ja valkopyökki. Suurimmat käyttämismahdollisuudet, kun maaperäsuhteet otetaan huomioon, on kuitenkin kuusella ja sen vuoksi sitä onkin jo usein kasvatettu alikasvoksina, vaikkakin sen varjonsietämiskyky ei ole niin suuri kuin pyökin ja valkopyökin. Kuusi ei tosin aina kykene tuottamaan alikasvoksena käyttöpuuta, mutta miehenkorkeuden mittaisenakin se on täyttänyt tehtävänsä suojuspuuna. Tämän vuoksi sitä voidaan käyttää sellaisillakin kasvupaikoilla, joilla se ei tulisi kysymykseen päämetsänä. Kuusen helppo viljeleminen lisää vielä sen arvoa. Sillä on kyllä haittojakin alimetsänä. Se muodostaa tiheän juuriston, mikä voi olla haitallista ylikasvokselle. Kuitenkin myöntää BURCKHARDT, ettei hän kovin usein ole tavannut ainakaan kuusen ja männyn juurien yhteen kietoutumista, sillä näiden puulajien juuret ovat eri maakerroksissa. Mänty-

[1] BURCKHARDTin harventama.

ylikasvoksien kasvu on myös osoittautunut joltisenkin hyväksi, vaikka kuuset ovat kasvaneet tiheässä lähellä mäntyjä. Yleensä ei Burckhardt kuitenkaan kovin lämpimästi suosittele kuusta alikasvoksiksi.

Myöskään Hartig (1860) ei suosi erikoisemmin kuusialikasvoksia. Antaessaan ohjeita kuusimetsien käsittelyssä, hän suosittelee alikasvoksen poistamista alalta kun on kysymyksessä kuusinuorennoksen hankkiminen. Ainoastaan sellaisissa tapauksissa, missä on vaikeata saada luonnontaimistoa, on jätettävä alikasvos kasvamaan. Kuusialikasvoksen jättäminen alalle mäntyalikasvokseen verraten on sikäli oikeutetumpaa, että kuusi sietää enemmän varjostusta ja vapauduttuaan toipuu paremmin tuottaen terveitä, kookkaita puita.

Sittemmin, ja kuten mainittiin, juuri Burckhardtin innostamana virisi sangen vilkas mielipiteiden vaihto etupäässä aikakauskirjallisuudessa alikasvoksen merkityksestä puoleen ja toiseen. Useat kirjoittajat menivät vielä pitemmälle tätä merkitystä arvioidessaan kuin Burckhardt, joka painosti etupäässä alikasvosten maata suojaavaa vaikutusta. Viime vuosisadan loppupuoliskolla ja varsinkin 80-luvulla tavataan saksankielisessä aikakauskirjallisuudessa runsaasti kirjoituksia tältä alalta. Alikasvossuhteita pohditaan alikasvoksien itsensäkin kannalta eikä vain siinä mielessä mikä merkitys niillä on valtametsille.

Rebmann (1879) selvittää aluksi minkä vuoksi alikasvos on tarpeellinen. Kun varsinkin tammi- ja mäntymetsät harventuvat, ruohottuu maa, mistä on monenlaista haittaa. Tätä estämään tarvitaan suojusmetsä. »Wir können durch dieselbe die Bodenkraft erhalten, sogar erhöhen, also das Wachstum und den Ertrag des Bestandes fördern.» Kysymys on vain siitä, missä tapauksissa on käytettävä alikasvosta. Lihavilla mailla ei se yleensä ole välttämätöntä, »weil hier bei lichterem Stande sich Holz- und Straucharten von selbst ansiedeln, einen Schutzbestand bilden und somit eine Abnahme der Bodenkraft kaum bemerkbar wird.» Sitävastoin on alikasvos välttämätön suhteellisen huonoilla mailla, mutta silloin on otettava huomioon maan kasvuvoiman säästäminen. Alikasvoksiksi sopivat puulajit, jotka sietävät varjoa ja tulevat toimeen suunnilleen samanlaisella kasvupaikalla kuin pääpuulaji (Rebmann puhuu etupäässä tammi- ja mäntymetsistä) ja antavat hyvän suojan maalle. Tammi- ja mäntymetsiin sopivat näinollen alikasvoksiksi pyökki, valkopyökki, saarni, leppä, kastanja, saksankuusi ja kuusi. Mitä erikoisesti kuusen kasvuun tulee, on Rebmannilla esitettävänä kokemuksia m.m. Ruppersweilerin, Dahnin, Merzalbenin ja Wilgartswiesenin hoitoalueista Elsass-Lothringissa. Siellä on kylvetty yhdessä mäntyä ja kuusta. Mänty on voittanut

kuusen, joka on jäänyt maan suojusmetsäksi ruveten kasvamaan paremmin vasta ensimmäisen apuharvennuksen jälkeen. »Andere Bestände rühren aus der Fichtenwuthperiode her. Grosse, rein mit Fichten angepflanzte Flächen wollten nicht vorwärts gehen, und man pflanzte dann als letzten Versuch noch Kiefern hinein — jetzt sehr werthvolle Bestände, in welchen die Fichte meist Bodenschutzholz blieb.» — Muuten pitää REBMANN lehtipuita sopivampina alikasvospuina tammimetsissä kuin havupuita.

GUSE (1880) puhuu lämpimästi kuusialikasvoksien puolesta. Hän mainitsee, ettei kuusta yleensä ole pidetty sopivana tammimetsissä ja viittaa m.m. edellä esitettyihin BURCKHARDTin mielipiteisiin. On väitetty kuusen menestyvän varjossa huonommin kuin esim. jalokuusen, mutta GUSEn kokemukset osoittavat toista. Itä-Preussissä ja Itämeren maakunnissa tavataan hyvin menestyviä kuusialikasvoksia suljetuissa mänty- ja lehtipuumetsissä, mitä m.m. WILLKOMM (1872) ihmettelee. Tosin kuusen kehityksen luonteen GUSEn mukaan määrää maaperä, sen kosteus ja humositeetti. Jos nämä ovat suotuisat, kehittyy kuusi riittävän hyvin. Mitä huonompi maaperä, sitä enemmän kuusi kituu eikä usein kykene kehittymään alikasvosasteeltaan. Huonolla maalla se ei kykene muodostamaan tarpeeksi peittävää latvuskatosta. Kasvupaikan huonotessa esiintyy kuusta yksitellen kunnes se katoaa kokonaan huonoimmilta mailta. Vaikka alikasvos (kuusi) on tiheä, ei se hidastuta männyn kasvua, vaan päinvastoin jouduttaa sitä. Koska kuusi kaikkialla ei siedä runsasta varjostusta, ei sitä GUSEnkaan mielestä pidä suosia ilman muuta joka paikassa. Jos kuusta pyritään kasvattamaan alikasvoksena esim. Lounais-Saksan tasangoilla, täytyy valtametsää harventaa voimakkaasti.

GERDES (1881) esiintyy alikasvoksien puoltajana. Hänen mielipiteensä perustuvat omakohtaisiin havainnoihin Meerhusenissa. Täällä oli mäntymetsiköissä kuusialikasvoksia, jotka 15—20 v:n ikäisinä olivat 1—1.5 m pitkiä. Kun mäntyä harvennettiin, parani kuusen kasvu niin, että kuustakin täytyi jonkun ajan kuluttua harventaa.

Näiden varsinkin kuusta alikasvoksina suosivien mielipiteiden vastapainoksi alkoi pian kirjallisuudessa esiintyä vastustusta. Nimimerkki »et» (1881) kertoo, että kuusialikasvoksien sanotaan tammimetsissä taantuvan kasvussaan, puut saavat latvoihinsa kuivumisvian j.n.e. Tämän väitetään johtuvan siitä, että kuusi juuristollaan estää ilman pääsyä maahan ja haihduttamisella kuivattaa kasvupaikkaa. Varsinkin esiintyvät nämä haitalliset vaikutukset kuivalla maalla. Kirjoittajan mielestä kuusen juuriston merkitystä ylikasvokselle ei saata kieltää ja hän varoittaa yleensä harrastamasta kuusialikasvostaloutta. Myöskin HUPFAUFilla (1881) on

kokemuksia tammien latvojen kuivumisesta silloin kun kuusta on alikasvoksena.

Schott (1882) sitävastoin pitää alikasvostaloutta suotavana tammi-, mänty- ja lehtikuusimetsissä alikasvospuulajina pyökki. Kuusi on ainoastaan ehdollisesti sopiva. On näet havaittu kuusialikasvoksien menestyvän huonosti varsinkin tammimetsissä. Tähän on syynä kuusen suuri herkkyys ylhäältä tulevaa varjostusta vastaan. Hänkin on sitä mieltä, että kuusen juuristo on omiaan estämään ilman pääsyä maahan, mistä taas on seurauksena ylikasvoksena kasvavan metsän (tammen) huono kasvu. Jos ylikasvos sulkeutuu suuressa määrässä, ei kuusi lainkaan menesty.

Vaikkakin tällä tavalla oltiin osittain epäilevällä kannalla nimenomaan kuusen sopivaisuudesta alikasvokseksi, alkoi itse talousmuoto muuttua yleisesti hyväksytyksi. Yksityiskohdissa saatettiin kyllä olla erimieltä, mutta jos vain osataan oikealla tavalla kombinoida puulajit, sanottiin, saattaa »Lichtungshieb mit Unterbau» olla edullinen. Mutta ennenpitkää alkoi kuulua vastustavia ääniä ja lopulta ilmestyi kokonainen ryhmä metsänhoitomiehiä, jotka eivät hyväksyneet alikasvosten hyödyllisyyttä. Vastustuksen suuretessa puolustettiin asiaa myös kiivaasti. Mielipiteitä vaihdettiin entistä vilkkaammin Borggreven johtaessa vastustusta.

Jo v. 1877, mutta erikoisesti v. 1883 hyökkäsi Borggreve kiivaasti alikasvoksen puoltajia vastaan.[1] Viimemainittuna vuonna hän 12 teesissään selitti minkä vuoksi »Lichtungsbetrieb mit Unterbau» burckhardtilaisessa mielessä oli hyljättävä. Alikasvos ei hänen mielestään edistä ylikasvoksen kasvua, vaan päinvastoin hidastuttaa sitä käyttämällä ylikasvokselle kuuluvia ravintoaineita. Tämän lisäksi alikasvoksen perustaminen vaatii melkoisia kustannuksia. Sitäpaitsi lisäkasvun maksimi ylikasvoksessa saavutetaan harvennuksen ollessa vain 0.2 täydestä tiheydestä. Näinollen jää ylikasvos niin tiheäksi, että alikasvos käy tarpeettomaksi, koska sen aiheuttama hyöty saavutetaan muutenkin. Väitteensä perusti Borggreve vertaileviin kokeisiin, joita oli tehty tutkimalla ylikasvospuiden kasvua täyden alikasvoksen aikana ja senjälkeen kun alikasvosta oli hakattu. Tutkimustulokset osoittivat, että alikasvoksen osittaisen hakkuun kautta ylikasvospuiden paksuuskasvu puiden tavallisessa katkaisupaikassa (kantoleikkauksessa) oli viidenteen vuoteen saakka alikasvoksen hakkuusta las-

[1] Borggreven alkuperäiset kirjoitukset sisältyvät julkaisuun »Forstliche Blätter» yllämainittuina vuosina. Näitä julkaisuja ei kuitenkaan ole ollut käytettävänä, jonka vuoksi Borggreven mielipiteet on esitetty Kastin (1889) mukaan.

kien suurempi kuin täyden alikasvoksen aikana. Sen jälkeen kun alikasvos taas oli sulkeutunut, hidastui ylikasvospuiden kasvu. Lisäkasvun paranemisen selittää BORGGREVE johtuvan siitä, että alikasvospuiden vähentynyt luku merkitsi kilpailijoiden vähennystä samalla kun maassa olevat ravintoaineet muuttuivat jälleen paremmin puiden saataviksi.

BORGGREVEN kannalla alikasvoksiin nähden oli myöskin ZETSCHE.[1] Hän oli tutkinut mäntymetsiköitä, ilman alikasvosta ja metsiköitä kuusialikasvoksen kanssa esittäen m.m. seuraavat tulokset:

a) eräässä 64-vuotisessa mäntymetsikössä ilman alikasvosta oli
n = 560; D = 26.1 sm; H = 18.5 m; M = 244 k.-m³ [2]
b) samoin alikasvoksen kanssa:
n = 540; D = 24.0 sm; H = 17.9 m; M = 202 k.-m³
c) 42-vuotinen metsikkö ilman alikasvosta:
n = 1236; D = 15.4 sm; H = 13.2 m; M = 143 k.-m³
d) samoin alikasvoksen kanssa:
n = 1133; D = 12.8 sm; H = 11.0 m; M = 76 k.-m³

Näiden tulosten sanoo ZETSCHE osoittavan kuusialikasvoksen heikentävää vaikutusta mänty-ylikasvoksen kasvuun. Hän kyllä myöntää, että tutkimuksien todistusvoimaan nähden voidaan esittää vastaväitteitä. Sen vuoksi hän teki lisätutkimuksia poistamalla eräältä mäntymetsikön osalta kuusialiskasvoksen jättäen viereiseen metsikön osaan alikasvoksen hakkaamatta. Määrävuosien kuluttua tehtiin ylikasvoksen kasvusta tutkimuksia molemmissa metsiköissä ja tulokseksi saatiin nyt sama kuin edellä: metsikön osa ilman alikasvosta oli kasvanut paremmin kuin viereinen, jossa alikasvos oli koskemattomana jälellä. Tässä kokeessa oli myös mitattu maan kosteussuhteita molemmissa metsiköissä. Tulokset osoittivat, että maassa, jolla ei ollut alikasvosta, oli vettä 1 dm syvyydessä n. 28 % enemmän kuin alikasvoksen peittämällä osalla.

Myöskin MICHAELIS oli tehnyt vertailevia tutkimuksia sellaisissa tammimetsiköissä, joissa oli kuusialikasvua ja joissa sitä ei ollut.[3] Tulokset olivat suunnilleen yhtäpitäviä BORGGREVEN ja ZETSCHEN tutkimusten kanssa.

---

[1] Myöskin ZETSCHEN tutkimustulokset on julkaistu »Forstliche Blätter»'issä 1883, jonka vuoksi esitys tässäkin kohdassa perustuu KASTIN (1889) kirjoitukseen.
[2] n = puuluku, D = läpimitta, H = korkeus, M = kuutiomäärä.
[3] »Forstliche Blätter» (1884), KASTIN (1889) mukaan.

Urich (1884) päinvastoin kuin edelliset pitää alikasvoksia suositeltavana maan suojana valoa vaativien puulajien muodostamissa metsiköissä. Hän kuitenkin painostaa erikoisesti maaperän merkitystä alikasvoksia perustettaessa samalla kun on otettava huomioon myös ilmastolliset seikat ja menekkiolot. Hänen mielestään eivät kuitenkaan havupuut ole sopivia alikasvoksiksi. Omakohtaisia tutkimuksia ei Urichilla ole esitettävänä.

Alikasvoksien puoltajana esiintyy myöskin Kraft (1885). Hänen mielestään on alikasvoksien päämerkitys maan suojuspuuna kasvuvoiman taantumisen estämiseksi. Sitävastoin ylikasvoksen kasvun parantajana ei alikasvoksella ole merkitystä. Hänen kirjoituksensa on muuten pääasiassa tähdätty Borggrevea vastaan.

Reissin (1885) mielestä alikasvoksien päämerkitys on siinä, miten ne vaikuttavat ylikasvokseen ja riippuen siitä hidastuttavatko vai edistävätkö ne ylikasvoksen kasvua, on alikasvostaloutta suositeltava tai vastustettava. Hän mainitsee erikoisesti kasvifysiologien väittävän, että alikasvokset käyttävät osan ylikasvokselle kuuluvasta ravinnosta ja ovat näinollen vahingollisia. Reiss teki myös omakohtaisia tutkimuksia, mutta ei sano niiden johdosta varmaa mielipidettään.

Perusteellisemmin kuin useat edellämainituista otti Runnebaum (1885) selvittääkseen alikasvoksien merkitystä. Hänen tutkimuksensa koskivat Eberswaldissa puhtaita mäntymetsiä sekä sellaisia, joissa oli pyökkialikasvosta muuten samanlaisissa olosuhteissa. Tutkimukset kohdistettiin myöskin maaperään.[1] Joskaan maaperän kokoomuksessa (Bodenzusammensetzung) ei havaittu silmiin pistäviä eroavaisuuksia pelkkien mäntymetsien ja alikasvosmetsien välillä, puhuivat tulokset Runnebaumin mukaan humuksen kokoomukseen nähden sitä selvempää kieltä. Humuksessa ilman alikasvosta oli organista ainesta 22.55 %, kun sitävastoin alikasvoksen ohella oli sitä 33.95 %. Myöskin mineraaliaines osoittautui olevan viimemainitussa tapauksessa suotuisampaa kuin edellisessä. Tähän perustuen sanoo Runnebaum sen humuksen, joka muodostuu pyökin lehdistä ja männynneulasista, sisältävän enemmän kasvien saatavissa olevia ravintoaineita kuin sen, joka muodostuu yksinomaan männynneulasista.

Metsien tuotosta laskettiin tulokset seuraavalla tavalla. Alikasvosmetsästä ja metsästä ilman alikasvosta hakattiin osa paljaaksi. Saatu tavara myytiin täsmälleen samanlaisissa olosuhteissa. Osottautui, että

[1] Tämän osan tutkimuksista suoritti Ramann.

siitä osasta, jossa oli ollut alikasvosta saatiin suurempi puhdas tulo kuin toisesta. Mistä tämä sitte johtuu, kysyy Runnebaum. Kun kaikki seikat otettiin huomioon, jäi hintoihin vaikuttamaan vain puiden erilainen laatu. Suoritetut tutkimukset osoittivat, että männyissä pyökkialikasvosten ohella oli sydänpuuta enemmän kuin männyillä puhtaissa metsiköissä. Tämä taas vaikutti hintoihin, sillä: »Je grösser die Kernholz-Produktion, um so höher der Preis.» Mistä sydänpuun suuri osuus johtuu, sitä ei Runnebaum sano osaavansa selittää, mutta vähäksi ei liene arvioitava humuksen suotuisan laadun vaikutusta. Puiden laadussa oli muissakin suhteissa eroa. Alikasvosten ohella kasvaneet männyt olivat suorarunkoisempia ja vuosilustot olivat tasaisemmin jakaantuneet. Vaikka lustot olivat joskus leveitä, oli niissä kesäpuun osuus suurempi kuin kevätpuun, joten puuaineen laatu ei leveiden lustojen kautta huonontunut. Lustojen muodostumiseen vaikutti alikasvos sen kautta, että lämpösuhteet maassa tasaantuivat. Maa ei lämmennyt aikaisin keväällä, mistä oli seurauksena mäntyjen kasvuajan lykkääntyminen myöhemmäksi ja samalla kesäpuun suhteellisen suuri muodostuminen vuosilustoissa. Lustomuodostuksen suurempi tasaisuus niissä metsiköissä, joissa oli alikasvosta johtui Runnebaumin mukaan siitä, että sateisten ja kuivien kesien aiheuttamat vaihtelut eivät päässeet vaikuttamaan suuressa määrässä. — Männyillä, jotka kasvoivat alikasvosten ohella, oli suurempi juuripuumassa kuin päinvastaisessa tapauksessa. Tähän oli syynä alikasvosten johdosta tapahtunut lauhan humuksen muodostuminen, joka kiihoitti ravitsemisorgaanien muodostumista.

Alikasvoksien etuna mainitsee Runnebaum vielä, että männynneulasten ja pyökinlehtien sekainen karikepeite parantaa maaperän fysikaalisia ominaisuuksia. Ja kun väitetään alikasvoksen ottavan maasta ravintoa, on se tietenkin totta, mutta suurin osa ravintoaineita tulee karikkeina takaisin. Joka tapauksessa estävät pyökkialikasvoksen karikkeet ravintoaineita huuhtoutumasta paremmin kuin pelkkä neulaskarike.

Yleensä ollaan sitä mieltä, sanoo Runnebaum, että alikasvoksen suotuisa vaikutus johtuu sen aiheuttamasta maaperän kosteudesta. Kuitenkin ovat varsinaiset tutkimukset tässä suhteessa verraten vähäisiä. Sen vuoksi tehtiin myöskin kosteusmittauksia. Mittausten mukaan jakaantui vesipitoisuus maassa seuraavasti. Ylimmäinen maakerros (heti humuksen alla) sisälsi alikasvosaloilla huomattavasti enemmän vettä kuin maa ilman alikasvosta. Maakerrokset 0.6 m syvyyteen saakka olivat kasvukauden ensi puoliskolla alikasvosaloilla kosteampia ja jälkipuoliskolla kuivempia kuin puhtaissa mäntymetsiköissä. Viimemainituissa oli kos-

teusaste 0.7—0.8 m syvyydessä pysyvästi suurempi kuin edellisissä. Nämä ilmiöt ovat helposti selitettävissä, sanoo RUNNEBAUM. Mäntymetsiköissä ilman alikasvosta on maa metsän vanhemmalla iällä ruohokasvillisuuden peittämä. Tämän veden tarve on hyvin suuri ja sen vuoksi vähenee vesipitoisuus 0.5—0.6 sm syvyyteen enemmän kuin alikasvosaloilla. Tällaisena pysyy suhde kunnes ruoho pääasiassa on lakastunut. Maa ilman alikasvosta, lukuunottamatta ylimpiä auringon ja ilman vaikutuksen alaisia kerroksia, pysyy taas kosteampana kuin sellaiset maat, joilla on alikasvosta. Syvemmissä kerroksissa, joista sekä ali- että ylikasvos ottavat vettä, pysyy maa jatkuvasti kuivempana alikasvosaloilla.

Tutkimuksia alikasvoksen vaikutuksesta ylikasvokseen on tehnyt myöskin FRÖMBLING (1886). Hänkin vastustaa BORGGREVEN esittämää ravintoteoriaa varsinkin mikäli kysymyksessä on alikasvokset tammimetsissä. Hänen tutkimuksensa osoittivat alikasvoksilla olevan suotuisat vaikutukset ylikasvoksen kasvuun. Tutkimukset koskivat kuitenkin vain muutamia puita, jonka vuoksi niiden todistusvoima ei saata olla kovin suuri, minkä FRÖMBLINGkin myöntää.

WALTHERin (1886) mielestä ei voi olla epäilystäkään alikasvosten hyödyllisyydestä valoa vaativien puiden muodostamissa metsiköissä. Alikasvokset näet hänen niinkuin yleensä puolustajien mielestä säilyttävät ja lisäävät maan ravintoaineita. WALTHERin kokemukset perustuvat etupäässä Grebenaussa oleviin mäntymetsiin ja niiden pyökkialikasvoksiin.

Laajanlaisessa kirjoitussarjassa käsittelee KAST (1889) alikasvoskysymystä. Arvosteltuaan asiaa ensin melko perusteellisesti aikaisempien tutkimuksien valossa, ryhtyy KAST käsittelemään kysymystä pääasiassa Baijerin metsätieteellisen koelaitoksen keräämän aineiston avulla. Mitään erikoisempaa uutta ei KASTilla kuitenkaan ole esitettävänä, vaan pitää hänkin alikasvoksia suositeltavina jo BURCKHARDTin, RUNNEBAUMin y.m. esittämien syiden takia, t.s. alikasvokset ovat tarpeellisia maan suojana, vaikuttavat ylikasvospuiden muotoon ja laatuun (suorarunkoisuuteen, vähäoksaisuuteen, kesäpuun määrään ja siten ominaispainoon j.n.e.). Sitävastoin ei KAST luule alikasvoksien vaikuttavan elvyttävästi ylikasvoksen kasvuun, joskaan ei päinvastaistakaan ole hänen mielestään näytetty vastaansanomattomasti toteen.

Kun yleensä on oltu sitä mieltä, että alikasvoksen tulisi olla tasaisesti jakaantuneena yli koko alan, suosittelee KAST omasta puolestaan ryhmittäistä muotoa (horstweiser Unterbau) seuraavista syistä:

»1. Da er weniger Fläche einnimmt, so entzicht er dem Boden weniger Nährstoffe und beeinträchtigt darum — was besonders auf geringeren Böden von Bedeutung ist — fast gar nicht die Ernährung des Oberholzes, zumal er hauptsächlich nur Lücken oder räumig stehende Partien einnimmt.

2. Wird er auf die Bodenfeuchtigkeit günstiger einwirken; denn einmal braucht er weniger Wasser für sich — natürlich in Bezug auf die gesammte Fläche — als ein über den ganzen Bestand aus gedehnter Unterwuchs, andererseits gelangen in den unterwuchsfreien Theilen mehr Niederschläge auf den Boden, der gegen stärkere Verdunstung durch die Streudecke, dann aber gegen Wind und Sonne durch den umgebenden Unterwuchs geschützt ist.

3. Diese letztere Wirkung, Schutz gegen aushagernde Winde, wird noch verstärkt, wenn der Unterwuchs nicht gleichzeitig eingebracht wird, da sich dann die Kronen desselben in verschiedenen Höhen befinden und nicht wie bei dem gleichförmigen, gleichzeitigen Unterbau mit zunehmendem Alter ein ununterbrochener freier Raum zwischen Krone und Boden sich bildet.

4. Können die der Humuszersetzung förderlichen Factoren — Wärme, Feuchtigkeit, Sauerstoff der Luft — besser und doch wieder nicht zu stark einwirken, so dass eine normale Humusbildung und Zersetzung statthat, während bei völlig und dicht bedecktem Boden (besonders Fichtenunterwuchs) die Humusbildung verlangsamt wird, so dass grosse Mengen unzersetzter Streu — als todtes Nährstoffkapital — sich ansammeln.

5. Ermöglicht er gegenüber dem gleichförmigen Unterbau, welcher eine gleichartige Behandlung des Oberstandes fordert, eine ganz den Boden und Bestandesverschiedenheiten entsprechende Durchführung (Vertheilung der einzelnen Horste und Holzarten).

6. Diese Art des Unterbaues erleichtert ferner die Pflege des Oberholzes, das Herausschaffen des hierbei zur Nutzung gezogenen Materiales.

7. Sind die Kosten für den Unterbau geringer. — —».

Mitä sitte alikasvoksiksi sopiviin puulajeihin tulee, on KASTin mielestä havupuista ensisijassa mainittava saksankuusi, koska se sietää suurta varjostusta, on matalajuurinen ja sallii ilman pääsyn maahan. Kuusi on kyllä vaatimattomampi kasvupaikkaan nähden, mutta sietää vähemmän varjostusta varsinkin huonommilla kasvupaikoilla. Sen lisäksi se olletikin tiheänä kasvaessaan peittää liiaksi maata ja estää sen kautta normaalisen humusmuodostuksen samalla kun sen erittäin tiheä ja pinnallinen juuristo tekee esteitä ilman kiertokululle maassa. Varsinkin viimemainitusta syystä ei tasaisesti jakaantunutta kuusialikasvosta olisi suositeltava.

Myöhäisempinä aikoina näyttää harrastus alikasvoksiin alkavan jossain määrin laimeta. Kuitenkin vielä 1890-luvulla tavataan aikakauskirjallisuudessa asiaa koskevia artikkeleita. Niinpä SCHMIDT (1890) otti kysymyksen käsiteltäväksi vaikkakin hänen kirjoituksensa pääasiassa on selostavaa laatua siihen saakka esitetyistä eri käsityskannoista. SCHMIDTillä on kuitenkin omien tutkimuksiensakin tuloksia esitettävänä. Niiden mukaan on maaperä kuivempaa alikasvoksien ohella kuin ilman. Samoin

hänen mielestään ei varsinkaan kuusi ole sopiva alikasvospuulaji, koska se vaikuttaa haitallisesti päämetsän kasvuun.

Wedding (1901) on erikoisesti käsitellyt Weymouth-männyn sopivaisuutta alikasvokseksi suorittaen tutkimuksensa Walkenriedin hoitoalueessa Etelä-Harzissa. Sikäläisissä olosuhteissa oli kyseessä oleva puulaji menestynyt hyvin tammimetsissä, mikä erikoisesti kävi huomattavaksi kun sitä verrattiin lähistöllä oleviin kuusialikasvoksiin. Viimemainitut olivat näet sangen suuressa määrässä kärsineet ylikasvoksen vuoksi kituen vuodesta vuoteen. Myöskin pintakasvillisuudesta teki Wedding havaintoja. Tässä suhteessa poikkesivat Weymouth-männyn hallussa olevat alat huomattavasti m.m. kuusialikasvosaloista. Ruoho oli melkein kokonaan kadonnut. Tähän oli syynä karikkeiden suuri määrä. Sitävastoin kuusialikasvoksissa, elleivät nämä olleet kovin tiheitä, oli runsaasti pintakasvillisuutta. Tammiylikasvoksen pohjapinta-alakasvu oli suurin Weymouth-männyn ja pienin kuusialikasvoksen ohella.

Pääasiassa samaa latua kuin useimmat edelliset kulkee myöskin Biehler (1903) alikasvostutkimuksissaan. Hänkin otti selvitettäväksi missä määrin alikasvoksilla on vaikutusta ylikasvoksien kasvuun myöntäen aikaisempien tutkimusten mukaan ilman muuta alikasvosten suuren merkityksen maan tuoreuden säilyttäjänä, ruohonkasvun estäjänä ja maan fysikaalisten ominaisuuksien parantajana. Tutkimusten tulokset olivat pääasiassa seuraavat. Tammimetsissä I boniteetilla ei havaittu alikasvoksen vaikutusta puoleen tai toiseen. Sitävastoin III boniteetilla pyökkialikasvos oli vaikuttanut edullisesti tammien kasvuun. Kuusialikasvosten haitallista vaikutusta mänty-ylikasvoksen kasvuun ei voitu todeta ainakaan I boniteetilla. »— In Betreff des Zuwachses hat sich also die Fichte nicht unter allen Umständen als schädlich erwiesen, sie kann sogar von Nutzen sein und darf somit nicht immer ganz verschmäht werden —». Mutta kuusi itse oli menestynyt sangen huonosti jopa lehtikuusen lievässä varjossakin. Keskimääräinen pituus 28 vuoden iällä oli ainoastaan 2.5 m. Muuten on Biehler sitä mieltä, että kuusi näyttää kestävän paremmin alituista varjostusta, niinkuin asianlaita on tavallisesti mänty-ylikasvoksien ohella, kuin ajoittaista.

Myöskin Kunze (1905) ja Vater (1905) ovat kiinnittäneet huomiota alikasvosten vaikutuksiin ennenkaikkea ylikasvosten kasvua silmällä pitäen. Heidän kokeensa koskivat erikoisesti tammimetsiä kuusialikasvosten ohella.[1] Toisesta samanlaisissa olosuhteissa kasvaneesta metsiköstä

[1] Tutkimukset suoritettiin Wermsdorfin metsäalueella.

hakattiin kuusi pois toiseen sen jäädessä koskemattomaksi. Määrävuosien kuluttua tehtiin ylikasvoksissa kasvututkimuksia. Tulokseksi saatiin, että 1900—1904 välisenä koeaikana oli kuusen poistaminen aiheuttanut ylikasvoksen pintalisäkasvussa 0.453 % lisäyksen siihen metsikköön nähden, jossa kuusi oli koskemattomana. — Kuusialikasvos oli tiheä ja esti suuresti valon pääsyä maahan. Pintakasvillisuutta ei ollut, vaan maa oli kokonaan karikkeiden peitossa. Lämpömittaukset osoittivat lämpötilan metsämaassa (0.35 m syv.) ilman alikasvosta olleen varsinkin kesäkuukausina suurempi kuin alikasvosta kasvavassa maassa.

Kunzen tutkimuksia täydensi Vater mittaamalla edellämainitulta kohdalta koealalta maan vesipitoisuuden. Yleensä osoittivat mittaukset, että kuusialikasvoksen hallussa olevat maat ainakin 40 sm syvyyteen saakka olivat kuivempia kuin maat ilman alikasvosta. Vaterin mielestä on hyvin todennäköistä, että kyseessä olevilla paikoilla maassa oleva vesimäärä ei riitä molemmille puulajeille kasvupaikkaa vastaavan tuoton saavuttamiseen. Kun kuusialikasvos poistetaan jää ylikasvoksen, tässä tapauksessa tammen, saataville enemmän vettä ja ravintoaineita, mistä on seurauksena rehevämpi kasvu. Mutta vedensaannissa tapahtuu vähitellen muutoksia. Kuusen poistamisen jälkeen maa ruohottuu ja ruoho käyttää osan vedestä. Tämä käyttöosuus ei Vaterin mielestä ole niin suuri kuin aikaisemmin kuusialikasvoksen, joten viimemainitun poistaminen lopulta kuitenkin muodostuu eduksi ylikasvokselle.

Lopuksi mainittakoon vielä Thalerin (1910) kokemukset pyökkialikasvoksien merkityksestä tammimetsissä. Yleensä hän näkee samat alikasvoksen hyödyt, mitkä useimmat puoltajat jo aikaisemmin ovat esittäneet. Vastaväitteistä huolimatta on Thalerin mielestä alikasvostaloudella tulevaisuutta mikäli asia koskee pyökkialikasvoksia tammimetsissä.

Edelläolevasta esityksestä käynee selville, että alikasvokset Keski-Euroopassa ja ennenkaikkea Saksassa ovat olleet suuren huomion alaisia. Mielipiteet niiden edullisuudesta tai haitallisuudesta käyvät jyrkästi ristiin ja tällä hetkelläkään ei liene vielä lopullista sanaa sanottu.

Kuusimetsien tulevaisuus on muullakin tavalla herättänyt vilkasta huomiota Saksassa. Vaikkakaan nämä tutkimukset eivät suorastaan koske kuusialikasvoksia, on syytä tässä yhteydessä mainita niistä, koska ne useassa suhteessa sivuavat myöskin kuusen esiintymistä alikasvoksina. Tässä tarkoitetaan ennen kaikkea Wiedemannin (1923, 1924, 1925) huomiota herättäneitä kuusimetsätutkimuksia.

Jo kauemman aikaa on Saksassa kiinnitetty huomiota siihen seikkaan, että monella seudulla nuorten kuusten kasvu on huomattavasti hidastunut jopa paikoin miltei lakannutkin. Tämänlaatuista kasvun hidastumista on esiintynyt erikoisesti Saksin valtionmetsissä, missä Wiedemannin mukaan (1923) on n. 30 000 ha kasvussaan ehkäistyneitä kuusimetsiä.[1] Yleisenä piirteenä kasvun taantumiselle on sen sattuminen tavallisesti metsien ollessa 5—10-vuotisia. Aluksi taimistot kasvavat rehevästi, mutta sitte tulee pysähdys. Syntyy kapeita vuosilustoja, muodostuu lylyä, rungoille kasvaa jäkälää j.n.e. Usein taimistot toipuvat, mutta joskus syntyy pysyväinenkin seisahdus.

Syynä kasvun taantumiseen pitää Wiedemann kuivuutta, jonka johdosta humuksen säännöllisessä hajaantumisessa tapahtuu häiriöitä. Kuusten typen saanti lakkaa ja ne kärsivät siten typpinälkää (1924). Kasvun seisahdus on siis pääasiassa ravintokysymys. Metsikön tai mineraalimaan sairastuminen ei voi olla syynä, koska ilmiö esiintyy eri maalajeilla, kuivalla hiekalla, liuske- ja savimailla samoin kuin erilaisilla ilmastollisilla alueilla (1924). Jos kuivia vuosia sattuu harvoin, elpyvät kulttuurien pituuskasvaimet, mutta ennen kaikkea sivuversot. »Die Fichten schaffen sich einen schattigen Fuss.» Sen vuoksi ei seuraavana kuivana kautena koko alaa uhkaa vaara, koska humuksen tila pysyy parempana ja sienille ja bakteereille muodostuu menestymismahdollisuuksia, mistä on todistuksena *Hypnumin* ilmestyminen. Yleensä on syytä odottaa kasvun paranemista, mutta jos sitä ei tule kosteuteen nähden normaalisen pitemmän ajan jälkeen, t.s. jollei pituuskasvaimet muodostu 5—10 sm pitemmiksi, on odotus turhaa, ja nopeat toimenpiteet ovat tarpeen (1924).

Wiedemann käsittelee tutkimuksissaan m.m. vanhan metsän vaikutusta vieressä oleviin kuusikulttuureihin. Hänen mukaan vanha metsä suojaa kuusia kulttuurialan reunoilla liian suurelta kuivuudelta. Toiselta puolen se hidastuttaa alussa varsinkin alemmilla seuduilla kuusten kasvua, mutta ennen pitkää alan reunalla, vanhan metsän suojassa kasvavat taimet ylittävät kulttuurialan keskellä olevien taimien kasvun. Vanhan metsän suojaava vaikutus ei tunnu kuin korkeintaan puiden koko pituutta vastaavalla alalla (1923). — Wiedemann viittaa niihin ali-

[1] Samantapaista ilmiöitä selostaa m.m. Hartmann Itä-Steiermarkista (Hartmann, Franz: Die Fichtenwirtschaft auf ebenen Lehmgebieten der Östersteiermark. Untersuchungen über Wuchsstockungen bei reinen Fichtenbeständen. Vortrag, gehalten im Klub der Land- und Forstwirte in Wien am 27. April 1926. (Cbl. f. d. ges. Forstwes., 1927, s. 38. 65).

kasvosten kasvatusmenetelmiin, joita edella jo on selostettu. Myöhemmin on osoittautunut, etteivät ainakaan mänty-ylikasvoksissa ole menestyneet pyökkialikasvokset III boniteetilla. Kahdenkymmenen vuoden kuluttua »— zeigten die mit Flechten überzogenen Rudimente des Buchenunterbaues allein noch die an und für sich wohlgemeinte Absicht.»[1] — Mitä taas siihen tulee, että pyökkialikasvokset edistäisivät mänty-ylikasvoksen kasvua, eivät WIEDEMANNin tutkimukset anna tukea tälle käsitykselle (1925). — Muuten WIEDEMANN (1925) painostaa paikaltisten seikkain merkitystä alikasvostaloudessa.[2]

Unkarissa on myöskin kiinnitetty huomiota kuusten huonoon kasvuun niiden esiintyessä toisten puulajien varjossa. Tässä yhteydessä voidaan mainita BENKOVITSin pienoinen tutkimus (1927) pikemmin omalaatuisuutensa kuin tärkeytensä vuoksi. Kuusikoiden synnystä sanoo hän: »Die Unterdrückung der Fichte in den Wäldern des heutigen Ungarn ist die Folge teils verspätet durchgeführter Durchforstungen, teils unrichtig angeordneter Aufforstungen zwecks Umwandlung des ursprünglichen minderwertigen Weissbuchenbeständen, *Carpinus betulus*, nach der Hauptnutzung vor, wo die spät durchgeführte Befreiung der eingepflanzten Fichten die teilweise Unterdrückung herbeiführt.» — BENKOVITSin tutkimukset koskevat yhtä puuta, joka oli 31 vuotta vanha ja pituus vain 47 sm. Huonosti kehittyneet oksat levittäytyivät melkein horisontaalisesti ja koko latvuksella oli tyypillinen varjoon joutuneen muoto. Runkoanalyysi suoritettiin 3 sm pituisina kappaleina mittaamalla pituuskasvu millimetrin ja paksuuskasvu (vuosilustojen leveys) sadasosa millimetrin tarkkuudella. Kun vuosilustot olivat paljaalle silmälle näkymättömiä, oli käytettävä suurennusta apuna. Tämän kääpiön

[1] BORGMANN-FENNER: Notwendigkeit, Zulässigkeit oder Verwerflichkeit des Unterbaues von Eichen- und Kiefernbeständen. Hessischer Forstverein, 1898. (WIEDEMANNin mukaan, 1925).

[2] WIEDEMANNin (1925) esittämän kirjallisuusluettelon mukaan viitataan vielä seuraaviin julkaisuihin, joita ei ole saatu käsille. BORGGREVE: Der Lichtungshieb mit Unterbau. F. Zbl. 1883; GRUNERT: Ein kleiner Beitrag zum Lichtungshieb mit Unterbau. F. Zbl. 1883; KÖNIG: Zur Unterbaufrage. F. Zbl. 1884; KÖNIG: Die Kiefer im Buchenunterwuchse und im reinen Bestande bei »gleichen» Standortsverhältnissen. F. Zbl. 1885; MICHAELIS: Untersuchungen über den Einfluss des Unterwuchses auf den Zuwachs des Oberstandes. F. Zbl. 1884; MILANI: Zuwachsuntersuchungen an mit Buche unterbauten Kiefernbeständen des Frankfurter Stadtwaldes. F. Zbl. 1890; SCHOTT v. SCHOTTENSTEIN: Offenes Sendschreiben in Sachen »Lichtungshieb mit Unterbau». F. Zbl. 1883; ZETSCHE: Zur Frage des Bodenschutzholzes. F. Zbl. 1884. (F. Zbl.=Forstliches Zentralblatt).

kasvu oli aluksi säännöllinen ja vasta 4—5 v. ikäisenä alkoi näkyä ylikasvoksen painostus. Senjälkeen hidastui kasvu vähitellen kunnes 28-vuotisena, joihin aikoihin puu vapautui, tapahtui jyrkkä nousu. Pari vuotta sen jälkeen laskeutui kasvu taas entiselleen. Tämän selittää Benkovits siten, että vapautuessaan ja kasvua parantaessaan tyhjentyi jo aikaisemmin heikko fysiologinen kasvuenergia niin, ettei puu kyennyt jatkuvasti kasvamaan nopeammin parantuneittenkaan olosuhteiden vallitessa.

Kuten mainittu, on alikasvoskysymys Saksassa liittynyt hyvin läheisesti talousmuotoon »Lichtungshieb mit Unterbau.» Alikasvokset ovat olleet useimmassa tapauksessa kulttuurimetsiköitä, joskin on jouduttu tutkimaan luonnonmetsiköitäkin. Ruotsissa sitävastoin on kysymys saanut tavallaan toisenlaisen luonteen. Jo kauan aikaa on siellä kiinnitetty huomiota metsien kuusistumiseen. Varsinkin Norrlannissa näyttää kuusi valtaavan alaa toisten puulajien kustannuksella. Tämä alan valtaaminen tapahtuu pääasiassa siten, että kuusi luontaisesti nuorentuen työntyy muiden puulajien alle aluksi alikasvokseksi, joka ylikasvoksen poistumisen johdosta (tavallisimmin hakkuitten kautta) jää jälelle pitäen sen jälkeen alan hallussaan. Ilmiö esiintyy siellä monenlaisilla mailla. Jotkut ovat soveltuvia kuusen kasvulle, jotkut sitävastoin ovat sellaisia, että muut puulajit ehkä menestyisivät niillä paremmin. Varsinkin viimemainitunlaiset tapaukset ovat antaneet aihetta mielipiteitten vaihtoon kirjallisuudessakin. Olisiko kuusen annettava pitää valtaamansa alat hallussaan vai olisiko se erilaiset olosuhteet huomioon ottaen poistettava, ovat kysymyksiä, joiden ympärillä on tavallisimmin liikuttu. Suoranaisesti asiaa koskevia erilaisia tutkimuksia ei kuitenkaan ole tehty kovinkaan paljon. Ne huomiot, joita kirjallisuudessa on esitetty kuusen alan valtauksesta ja esiintymisestä alikasvoksina, ovat useimmiten tehdyt ikäänkuin sivumennen muiden tutkimuksien yhteydessä. Joka tapauksessa on Ruotsissa kiinnitetty huomiota enemmän kuin Saksassa alikasvoksiin itseensä eikä niin paljon siihen välilliseen tai välittömään merkitykseen, mikä niillä voi olla ylikasvoksiin.

Jo Obbarius (1845) antaessaan kuusen nuorentamisohjeita kiinnitti huomiota kitukasvuisiin yksilöihin. Hän mainitsee vanhemmissa metsissä olevan usein 1 à 2 kyynärää korkeita kuusia, joilla on tavallisesti suhteellisen pitkät oksat ja ovat ulkonäöltään kelvottomia. Jos ne vapautuvat, alkavat ne kyllä kasvaa jonkun vuoden levon jälkeen, mutta niissä on jo lahovian itu, joka näkyy myöhemmin poikkileikkauksessa. Siinä nähdään näet joitakin ruskeita paikkoja, jotka ovat alkuna myöhemmin esiintyvään sydänlahoon. Laho kehittyy puun iän mukana varsinkin tuoreilla

tai liian matalapohjaisilla ja laihoilla kasvupaikoilla. (Obbarius, 1857). Lopulta latvat kuivuvat ja puut kuolevat. Sellaisia on metsissä hyvin paljon. Niiden jättäminen alalle päämetsää hakattaessa ei ole suotavaa.

Samaa mieltä kuin Obbarius on m.m. Björkman (1877) kitukasvuisten puiden tulevaisuudesta. Hakkuualoja raivattaessa on varjossa kärsineet, sairaat kuusen taimet perattava pois, koska niistä ei tule kunnon puita ja ovat vaan uuden, paremman kasvoksen tiellä. Erittäin tärkeätä on tällainen perkaus huonolla maalla ja kuuselle muutoinkin sopimattomalla kasvupaikalla, sillä sellaisilla on sen toipuminen vieläkin heikompaa kuin paremmissa olosuhteissa. Sairauden varmana merkkinä on kitukasvuinen runko, lyhyt latvakasvain, tiheät oksakiehkurat ja rungon pituuteen nähden pitkät ulospäin siirrottavat oksat keltaiseen vivahtavine neulasineen. Ruotsin metsissä runsaasti esiintyvät sydänlahon saaneet kuuset ovat enimmäkseen varttuneet tämänlaatuisista, alikasvoksena kituneista taimista.

Holmerz ja Örtenblad (1886 a ja 1886 b) tutkiessaan sangen monipuolisesti Norrlannin metsiä eivät luonnollisesti voineet olla kiinnittämättä huomiotaan kuusen asemaan siellä. Metsäpaloilla on sikäläisissä olosuhteissa ollut ratkaiseva merkitys eri puulajien esiintymiseen. Tavallisesti ovat palot hävittäneet paljon suuremmassa määrässä kuusta kuin muita puulajeja. Mutta kulojen väliajoilla on kuusi taas ryhtynyt valtaamaan alaa. Se työntyy aluksi alikasvokseksi ja jää aikojen kuluttua vallitsevaksi metsäksi. Kaikista kuivimmille kasvupaikoille ei kuusi kuitenkaan pääse. Tästä huolimatta on huomattavasti sellaisia aloja, joilla kuusi ei ole kyennyt kehittymään kuin taloudellisesti arvottomaksi kasvokseksi (1886 a).

Perusteellisemmin kuin edelliset on Cnattingius (1888)[1] ottanut selvittääkseen kuusialikasvoksien tulevaisuutta. Hän mainitsee aluksi, että harvoja metsätieteellisiä kysymyksiä on pidetty niin selvänä kuin sitä, että kuusi oltuaan lyhyemmän tai pitemmän ajan varjossa ja saatuaan nimen »marbuske»[2] ei kykenisi kasvamaan sahapuuksi. Sitäpaitsi on kuusen katsottu saavan varjossa kasvaneena erikoisen suuressa määrässä sydänlahoa. Myöskin käytännön miehet ovat yleisesti olleet samaa mieltä, mutta, sanoo Cnattingius, tähän sisältyy paljon auktoriteettiuskoa. Ei

[1] Kirjoituksessa ei tosin ole mainittu kirjoittajan nimeä, mistä syystä sitä on pidetty toimituksen julkaisemana, ja kyseessä olevan aikakauskirjan toimittajana oli Cnattingius.

[2] »Marbuske», »margran», »nargran» tarkoittaa tavallisesti alikasvoksena kitunutta, huonomuotoista kuusta, joskus myös mäntyä.

ole rohjettu ajatella asian voivan olla toisinkin. Tämän vuoksi on asian selvittämiseksi kaivattu erikoistutkimuksia. Cnattingiuksen tutkimukset koskivat osittain kitukasvuisia alikasvoskuusia (»marbuskar») »för att konstatera i hvad mån dessa visa sig redan ega fröet till sjukdom i sitt inre», osittain tukinhakkuussa syntyneiden kantojen poikkileikkauksia sekä valmiita sahatukkeja, jotka jo oli kuljetettu varastopaikalle.

Tutkimuksien tuloksista mainittakoon seuraavaa. Mitä lahovikaisuuteen tulee, osottautui sitä olevan 173 tutkitussa »marbuskar»issa ainoastaan 3:ssa kappaleessa eli 1.73 %:ssa. Kuitenkin oli monessa puussa sellailaisia muodostumia, joita tavallisesti oli pidetty alkuna sydänlahoon, nimittäin rungon tyvileikkauksessa havaittavia, puolikuun muotoisia tummempia vyöhykkeitä. Mikroskooppiset tutkimukset[2] osoittivat, etteivät tämänlaatuiset kohdat suinkaan olleet lahon alkua, vaan päinvastoin erikoisen kovaa puuta, lylymuodostumia. Ne olivat syntyneet siten, että kuusi oli ollut taipuneena sille sivulle, jolla lylyä esiintyi.

Tämän jälkeen ryhtyy Cnattingius selostamaan tutkimuksiaan missä määrin jo sahapuitten kokoiset puut aikaisemmin ovat olleet »marbuskar»ia. Eräästä tukkierästä tarkastettiin tyvileikkauksesta paksuuskasvua. Tutkituista 43:sta kuusitukista oli 39 kpl. aikoinaan kasvanut niin hitaasti, että niitä oli pidettävä kitukasvuisista alikasvoksista toipuneina puina ja ainoastaan 4 kpl. osoittautui normaalikasvuisiksi. Tukit eivät tosin olleet parasta tavaraa, vaan päinvastoin hyvin oksaisia ja tyvekkäitä. Mutta tätä seikkaa ei Cnattingius pidä merkkinä puiden aikaisemmasta alikasvoksena olosta, vaan todistuksena niiden kasvusta liian harvana metsikkönä. Toinen koe otettiin eräältä hakkuualalta ja saatiin, että

59 kpl. puista eli 40 % ei ollut alikasvoksista kehittynyt ja
87 » » » 60 » oli » »

Edellisistä oli terveitä	25 kpl.	eli	42 %
» » sairaita	34 »	»	58 »
Jälkimmäisistä oli terveitä	54 »	»	64 »
» » sairaita	33 »	»	38 »

Tutkimukset osoittivat näinollen kitukasvuisina olleiden kuusten voivan yhtä hyvin varttua sahapuiksi kuin puiden, jotka eivät koskaan ole olleet alikasvoksena, »— och att marbusktillståndet icke är att anse såsom sjukdomsorsak.» — Useat niistä lahomuodostuksista, joita puissa tavattiin, olivat syntyneet mekaanisen loukkaantumisen takia. Sen

[2] Ne suoritti Örtenblad.

vuoksi oli lahoa tavattavissa tavallisesti kauempana ytimestä, joskin oli sellaisiakin tapauksia, joissa laho oli tunkeutunut ytimeen saakka muodostaen puun keskustaan läpimitaltaan 2 à 3 sm suuren loven.

Pari vuotta edellistä myöhemmin julkaisi nimim. G. G. (1890) kirjoituksen, joka pääasiassa oli tähdätty edellistä vastaan. Kirjoittaja ei pitänyt pätevänä Cnattingiuksen tutkimustapaa, jonka perusteella ei voida saada selville mikä vanha puu aikaisemmin on ollut varjossa kitunut mikä ei. Puut ovat näet voineet kasvaa ahtaassa tilassa, mutta niiden latvus on silti voinut olla vapaa. Tämän vuoksi voi muodostua kapeita vuosilustoja, jotka näyttävät niinkuin puu olisi kitunut toisten alla, vaikkei asianlaita olisikaan siten todellisuudessa. Senjälkeen esittää kirjoittaja omia kokemuksiaan. N. 25 v. sitte (v:sta 1890 lukien) hoidettiin rautatehtaiden metsiä Uplannissa siten, että alikasvos (»buskarna») jätettiin hakkuussa jälelle toivoen niistä uutta metsää entisen tilalle. Mutta ei saatu odotettua tulosta. Hiilipuuhakkuualat pysyivät 20 à 30 vuotta jokseenkin samanlaisina kuin miksi ne olivat jääneet hakkuun jälkeen. »Marbuskit» olivat alalla muuttumattomina eivätkä antaneet tilaa uudelle, paremmalle kasvokselle muutoin kuin kuolemalla ja sitä tapahtui vähäisessä määrässä. Toisissa tapauksissa sitävastoin oli hakattu kaikki puut 50—100 m leveiltä kaistaleilta. Näille oli noussut tiheä, erittäin kaunis nuori metsä, josta oli syytä odottaa mitä parainta tukkipuuta. Samantapaisia huomioita saatetaan kirjoittajan mukaan tehdä sellaisillakin hakkuualoilla, joilla kysymyksessä ei, kuten edellä, ole kokonainen kitunut metsikkö, vaan yksityisiä »marbuske»-puita. Näiden väliin on ilmaantunut taimistoa, joka kasvaa yli »marbuskien». Joskin viimemainitut jonkunverran toipuvat, jäävät ne kuitenkin kasvussaan myöhemmin syntyneestä nuoresta metsästä jälelle. Tämän todistaakseen teki kirjoittaja tutkimuksia 8:sta kituneesta ja 8:sta hyvin kasvaneesta puusta mahdollisimman samanlaisella kasvupaikalla. Tutkimuksen tulokset olivat pääasiassa seuraavat. Varjossa kasvaneet puut, sittenkun olivat varjostuksesta vapautuneet, tuottivat 8 sm pituisia latvakasvaimia, kun sen sijaan aina vapaana olleilla oli latvakasvain 40 sm; vapautuneet alikasvospuut tarvitsivat 10 à 16 vuotta ennenkuin alkoivat toipua. Kun kylvötaimet 8 vuoden ikäisinä olivat 1.27 m pituisia ja senjälkeen kasvoivat vuodessa 20 à 40 sm, sivuuttivat ne pian kasvussaan alalle jätetyt »marbuskit», joten viimemainittujen poistamisen kautta on toivoa saada alalle kylvämällä lyhyemmässä ajassa parempi metsä. Tämän vuoksi katsoo kirjoittaja voivansa yhtyä vanhastaan lausuttuihin mielipiteisiin: »Krig mot marbuskarne.»

Aspegrén (1898) on myös kiinnittänyt huomiotaan kuusen esiintymiseen Norrlannissa. Siellä kuusi hänenkin mukaan on valtaamassa alaa erikoisen suuressa määrässä. Paitsi kuuselle sopivilla kasvupaikoilla, sitä tavataan hyvin runsaasti myöskin mäntykankailla. Tosin täytyy pyrkiä torjumaan kuusen liiallista levenemistä arvokkaan männyn kustannuksella, mutta niillä radikaalisilla toimenpiteillä, joita tällöin on käytettävä, ei ole kovin suuria menestymisen mahdollisuuksia, sillä kuusi saavuttaa vähitellen kuitenkin ylivallan. Se kykenee paremmin kuin mänty torjumaan sellaisia ulkonaisia vaaroja kuin parasiittisieniä, lumenpainoa, karjaa ym., mutta ennenkaikkea se sietää suurempaa varjostusta. Tästä on seurauksena nykyiset laaja-alaiset kuusialikasvokset varsinaisilla mäntymailla. Metsäpalot tosin hävittävät kuusta, joka voi pysyä poissa kauan aikaa kulon polttamilta alueilta, mutta lopulta ottaa alan haltuunsa. — »En form af graninvasionen på tallmark äro t.ex. de snåriga ungskogsgrupper, som man kallar n a r g r a n, hvilken uppkommer i tätt, nästan ogenomträngligt bestånd och som förkväver icke blott all tallåterväxt utan äfven hvarje vacker granplanta. I sådana fall har granen gifvetvis redan från början skrivit sin egen dödsdom.» (Aspegrén, 1902). — Kuitenkin huomauttaa Aspegrén viimemainitussa kirjoituksessaan, ettei kuusen tyyppejä ja varieteetteja muodostavia ominaisuuksia ole unohdettava, kun on päätettävä onko sen annettava kasvaa vai olisiko mahdollisesti poistettava joltakin alalta. Joillakin paikoilla näet mäntykankaillakin voi kuusen taimi olla alunperin pensasmainen, kun sitävastoin toisella samassa metsikössä voi tavata reheviä ja kaikinpuolin lupaavia taimia. Kun järkiperäisessä metsänhoidossa on yhä enemmän kiinnitettävä huomiota puitten hoitoon metsikön hoidon sijasta ja hakkuut järjestettävä sen mukaan, olisi suosittava jokaista kasvullista (växtlig) kuusiyksilöä tai ryhmää missä tahansa ne esiintynevätkin, siis myöskin varsinaisilla mäntymailla. Sen mukaan olisi oikeutettu metsikkö, jossa mänty-ylikasvoksen ohella on kuusialikasvosta. — Kuusen asemaa arvosteltaessa Norrlannin metsissä, huomauttaa Aspegrén, ei ole unohdettava lisääntyvää paperipuun tarvetta.

Ehkä enemmän vahingollisena kuin edellinen pitää Aminoff (1910) kuusen levenemistä Norrlannissa männyn kustannuksella. Siellä voidaan usein havaita, miten ei ainoastaan liian vanhat, vaan myöskin täydessä kasvuvoimassa olevat männyt taantuvat kasvussaan ja lakkaavat muodostamasta käpyjä. Tähän on otaksuttavasti syynä liian suuri kilpailu alikasvoksen kanssa ravinnosta. Jos männyt eivät ole vielä kovin vanhoja, voi ajoissa toimitettu alikasvoksen poistaminen alalta aiheuttaa männyn toipumisen.

Kuusi on näinollen poistettava huonommilta mäntymailta, joilla sitä on pidettävä rikkaruohona. — Kuusen tunkeutumiseen mäntymaille on monenlaisia vielä vähän tunnettuja syitä. Joskus voi metsikkötiheys estää männyn uudistumista, joskus taas nuorentumista vaikeuttaa turpeen muodostuminen. Kuusi pintamyötäisine juurineen voi saada riittävästi ravintoa humoosisista kerroksista, kun sitävastoin mänty, joka ottaa ravintonsa syvemmältä, ei saa riittävästi ravintoa humukseen sidotusta ravintoainevarastosta. »— Man iakttager nämligen ofta, huru tallplantorna å dyliga marker, som, att döma af den äldre skogen väl ägna sig för tallproduktion, förete ett i hög grad tvinande yttre, under det att granplantorna under sina första ar sätta relativt god tillväxt, för att dock sedermera, när rötterna mera trängt pa djupet, antaga nargrantypen.» Kuusen laihoille maille levenemisen ehkäisemiseksi on senvuoksi hakattava läheisyydestä kaikki siementä tuottavat kuuset.

Viitattuaan aluksi siihen, miten Norrlannissa kuuselle paperipuuna on auennut hyvät menekkiolot, selvittelee myöskin Kempe (1910) kuusen asemaa Norrlannin metsissä. Mitä erikoisesti alikasvoskuusten poistamiseen hakkuualoilta tulee, painostaa Kempe, ettei siinä olisi oltava liian kiireellisiä. »— Med undantag af sådana torra marker där granen saknar möjlighet att på rimlig tid utväxa till användbar dimension eller icke alls kan det, är det en skogvårdares ovillkorliga skyldighet att fara varsamt fram med granbuskarna. Följes detta råd, skall man göra den erfarenhet, att det egentligen endast är de vanföra eller skadade buskarna, som måste borttagas, och den, som påstår att af de undertryckta marbuskarna blifva dåliga träd, hänvisar jag till våra brädgårdar. Han skall där finna att allra största delen af våra granplankor äro sågade ur träd, som på sin tid voro marbuskar.» Nämä mielipiteet herättivät vastustusta. Niinpä sanoo Stiernspetz (1910), että jos ollaan sitä mieltä kuin edellinen kirjoittaja, täytyy »marbuske»-käsitettä laajentaa paljon siitä mitä sillä tavallisesti ymmärretään. Vaikkakin varjossa kasvaneet puut ja »marbuskarit» näyttäisivät vihreiltä ja terveiltä, on niissä kuitenkin alku sydänlahoon, joka puun kasvaessa laajenee ja lopulta tuhoaa koko puun. Kirjoittajan mielestä on kuitenkin kuljettava keskitietä ja säästettävä yksityisiä hyväkasvuisia ja terveitä puita tai puuryhmiä, sillä paljaaksi puhdistetut hakkuualat, joita ennen enemmän kuin nykyisin nähtiin Etelä- ja Keski-Ruotsissa ja joissa jälleenkasvu perustui kulttuuriin, eivät ole hyväksyttäviä.

Laajemmin kuin edelliset on Lovén (1911) ottanut tutkiakseen varjossa kasvaneiden havupuiden kehittymismahdollisuuksia. Lovén on

kohdistanut tutkimuksensa sekä mäntyyn että kuuseen. Tässä yhteydessä ei ole syytä selostaa tutkimusten tuloksia mikäli ne koskevat mäntyä, vaan rajoitutaan esittämään pääkohdat kuusta koskevista tuloksista. — Mielenkiintoinen on LOVÉNin kuvaus siitä, minkälainen varjossa kitunut kuusi on tavallisesti ulkonäöltään. Sen oksakiehkurat ovat heikon pituuskasvun vuoksi hyvin lähellä toisiaan, latvakasvaimet lyhyet ja päätesilmut hyvin pienet. Sitävastoin alempana olevat oksat ovat usein suhteellisen pitkät, jonka vuoksi latvus kokonaisuudessaan monasti muistuttaa huipentunutta lakkisientä tai jännitettyä sateenvarjoa. Oksaton rungon osa on lyhyt (1—2 jalkaa) mutta suhteellisen paksu (2—3 tuumaa). Koko puun korkeus on useimmiten 2 à 4 jalkaa. Jos sellainen yksilö vapautuu, työntyy hyvin äkisti 1 à 2 jalkaa pitkiä latvakasvaimia ja jatkuu nopeaa kasvua niin, että puu muutamissa harvoissa vuosikymmenissä saa huomattavan koon. Jos kuusimetsien hakkuisiin sovellutetaan harsintaa, voidaan mainitunlaiset taimet jättää kasvamaan erittäinkin sellaisilla seuduilla, joilla menekkiolot ovat hyvät eikä suuresti kiinnitetä huomiota tavaran laatuun. Jos taimia on suurenlainen määrä, mutta ei kuitenkaan niin paljon, että ne voisivat muodostaa suljetun metsikön, ei niiden säästäminen ole kovin suositeltavaa, sillä uusia taimia ei pääse syntymään, koska toipunut alikasvos on esteenä. Aukkohakkauksissa ei tällaisen alikasvoksen säästäminen ole hyödyksi, koska sillä on niin suuri levittäytymiskyky, ettei alalle sovi kehittymään riittävän suurta taimimäärää. Ellei ylikasvos ole liian tiheä tai aukko, johon taimia on ilmestynyt, ole liian pieni, metsittyy ala normaalisesti kehittyneillä kuusen taimilla, jotka vuosikymmeniä kestäneestä varjostuksesta huolimatta ovat sopivia jätettäviksi edelleen kasvamaan. Varjossa kituneista kuusen taimista voi näet tulla kelvollisia puita erittäinkin mänty- ja koivumetsiköissä, joissa kuusta muuten on usein.

LOVÉNin tutkimukset osoittivat, että eri-ikäisistä metsistä kootussa aineistossa, 350 puuta, oli 52 kappaletta nuoruudessaan ollut toisten varjossa. Näistä 52:sta oli 24 kappaletta toipunut niin pian, että ne 100-vuotiaina antoivat keskimäärin 21 senttiä paksun ja 6.5 metriä pitkän tyvitukin. Niistä kuusista, 836 kpl, jotka olivat kasvaneet tasaikäisissä metsiköissä, oli ainoastaan 14 kpl ollut alunperin toisten varjossa. Viimemainituista toipui 10 kpl. Niiden keskimääräinen läpimitta 100-vuotiaina oli 7 m korkeudella 23.4 sm. Kaikista alikasvoksena kasvaneista puista osoitti vähintäin 50 % kykyä kasvaa sahapuiksi 100-vuotisena kiertoaikana ollen keskipuun tyvitukki 7 m × 21.6 cm. Tutkimukset osoittivat myös, että aikaisemmin varjossa kasvaneet puut 50-vuotisista alkaen tyvitukin latvasta laskien

lisäsivät läpimittaansa suuremmassa määrässä kuin normaaliset puut ja että toipuminen ja kasvun paraneminen oli suurempi hyvällä kuin huonolla maalla. — Olosuhteet ovat moninaiset maanlaatuun, ekspositioon y.m. nähden. Sen vuoksi kirjoittaja neuvoo tarkkaan harkitsemaan asioita erikseen kussakin tapauksessa, ja lopputuloksena tutkimuksistaan hän katsoo voivansa sanoa: »Ehuru granen sålunda visar vida flera exempel på att kunna, ehuru undertryckt, uppväxa till goda dimensioner, skulle man dock draga en falsk slutledning, om man af dessa undantag ville föreslå inom den rationella skogshandteringen — åtminstone där trakthyggesbruket är infördt, — att undertryckta granar borde i regel kvarlämnas, för att enligt förhoppning inom kort uppnå timmerdimensioner.»

Beroniuksen (1917) mielestä Norrlannin kaksi-ikäluokkaisten metsien — mänty ja sen alla tiheä kuusialikasvos — muuttuminen puhtaiksi mäntymetsiksi ei ole mahdollista ilman jo saavutettujen arvojen uhraamista. Senvuoksi on kuusta suosittava kaikilla tavoilla. Mutta jos tahdotaan saada alikasvoskuuset elpymään, on ylikasvosta hakattava voimakkaasti ja sitä voimakkaammin mitä huonompaa maa on.

Venäläisistä julkaisuista, jotka käsittelevät alikasvoksia, mainittakoon Morosowin teos (1928). Kappaleessa »Jungwuchs. Seine Formen und sein Zustand unter dem Kronendach des Waldes. Definition des Waldes» hän antaa sattuvia kuvauksia alikasvosten laadusta. Tässä yhteydessä selostettakoon kuusta koskevia mainintoja. Kasvaessaan ylikasvoksen alla on kuusen kasvu usein hyvin hidas. Niinpä voi alikasvoskuusi kuusiylikasvoksen alla olla vielä 60—80-vuotisena 1 à 2 arshinaa korkea. Sellaisella puulla on vähän ja heikosti kehittyneitä silmuja. Latvus on kehittynyt horisonttaaliseen suuntaan saaden varjostinmaisen (schirmartig) ulkonäön. Vuosilustot ovat niin tiheässä, ettei niitä paljaalla silmällä juuri näe. Pienestä koostaan huolimatta voi puu olla yli 80:kin vuotta vanha. Tästä huolimatta se voi toipua varjostuksesta vapauduttuaan. Morosow mainitsee tapauksia, joissa 160-vuotista varjostusta kestänyt kuusi on vielä toipunut. — Alikasvospuiden juuristo on pinnallinen ja heikosti kehittynyt vastaten maanpäällisten osien kehitystä. — Neulasten anatominen rakenne vastaa myöskin niitä olosuhteita, joissa puu on kasvanut. Äkillinen vapautuminen voi olla puulle turmiollista, koska se ei voi nopeasti mukautua uusiin olosuhteisiin. — Alikasvospuiden omituisuudet johtuvat luonnollisesti niistä olosuhteista, joissa ne ovat kasvaneet. Puut ovat joutuneet kaksinkertaiseen taisteluun olemassaolostaan. Niiden on taisteltava toisten alikasvospuiden kanssa valosta ja ravinnosta, mutta sen lisäksi vielä ylikasvoksen kanssa. Alikasvosten on sijoitettava

juuristonsa maahan, jonka ylikasvos jo on vallannut, joten niiden on mukauduttava ylikasvosten luomiin olosuhteisiin. Jos ylikasvosta harvennetaan, paranee alikasvoksen kasvu, mikä ilmeisesti johtuu kilpailun lieventymisestä. Alikasvokset saavat enemmän valoa, juurikilpailu heikkenee, maan kosteuspitoisuus suurenee ja karikkeiden sekä humuksen hajaantumissuhteet muuttuvat alikasvosten kasvulle edullisemmiksi. — Kuusen sopivaisuudesta alikasvoksi on Morosow samaa mieltä kuin useimmat jo edellä mainitut keski-eurooppalaiset tutkijat t.s. ettei kuusi ole yleensä sopiva tähän tarkoitukseen. Pinnallisella juuristollaan se saa pikemmin kuin päämetsä sateena tulevan veden ja käyttää sitä, jonka vuoksi päämetsä voi joutua kärsimään veden puutetta. Tämän lisäksi näyttää kuusialikasvos olevan omiaan muodostamaan hapanta humusta. Bakterielämä maassa vaikeutuu ja maan tuuleutuminen estyy, joten syvemmällä olevat päämetsän juuret eivät saa riittävästi ilmaa. Kuusialikasvoksia voidaan suositella ainoastaan tuoreilla mailla ja seuduilla, joilla on suuri ilman kosteus ja suuri sademäärä.

Niin monipuolisesti kuin varsinaisia kuusimetsiä Suomessa onkin tutkittu, eivät kuusialikasvokset ole toistaiseksi joutuneet erikoistutkimusten esineeksi. Tätä ei ole käsitettävä niin, etteikö kuusen esiintymiseen alikasvoksina olisi meilläkin kiinnitetty huomiota[1]. Melkein kaikissa tutkimuksissa, joissa kuusen biologiaa on selvitetty, on luonnollisesti tästäkin seikasta mainittu. Jo Blomqvist (1891) huomattavassa kuusta koskevassa teoksessaan esittää sangen sattuvia havainnoita kuusen elinehdoista yleensä ja myöskin sen esiintymisestä alikasvoksina.

Kertoessaan kuusen suhteesta valoon ja varjoon mainitsee Blomqvist kuusen sietävän varjoa, mikä johtuu neulasten kyvystä assimiloida heikommassakin valossa. Tämän vuoksi kuusi kykeneekin kasvamaan »ankarassa siimeksessä», mutta kituu usein varjossa. Sellaisella puulla on oma luonteenomainen ulkomuotonsa. Ikään nähden puut ovat matalia, neulaset lyhyitä ja hallavan vihreitä. — Vanhaan kuusikkoon ei »juurimetsää» voi syntyä jollei metsikkö harvene, mutta sitävastoin tiheäänkin männikköön saattaa syntyä samanikäinen kuusialikasvos ja voi se pysyä 100 vuottakin alikasvosasteella. Vanhat männiköt saavat melkein aina kuusialikasvoksen, ellei maan kuivuus ja laihuus ole esteenä. Sama on laita koivikoiden ja muiden lehtipuumetsiköiden. Niihinkin kuusi työntyy erittäin helposti.

[1] Mitä nimenomaan Raja-Karjalan kuusialikasvoksiin tulee, ovat ne tavallisesti painuneet siellä toimineiden metsänhoitomiesten mieliin. Eräiden havainnot ovat tulleet kirjallisuudessakin mainituiksi. Vrt. esim. Finska Forstf. Medd., 1900, s. 126—131.

»Juurimetsän» elpyminen on etupäässä riippuvainen maanlaadusta ja metsikön luonteesta, »mutta sen poisraivaaminen tai pysyttäminen riippuu myöskin siitä miten ankaralta kannalta sitä arvostellaan.» Lihavalla maalla 30 à 40-vuotisen lehtimetsän alla kasvanut alikasvos vielä toipuu. Hitaampaa on sitävastoin elpyminen kuivilla mäntykankailla. Mitä alikasvoskuusen lahovikaisuuteen tulee, ei Blomqvist ole taipuvainen uskomaan erikoisemmin siihen. Tätä seikkaa hän pitää kuitenkin erittäin tärkeänä alikasvosten vastaista käsittelemistä silmällä pitäen ja painostaa tarkkojen, lahovikaisuutta koskevien tutkimusten tärkeyttä.

Kun kuusi on melkoista varjoa sietävä, ei se puhdistu helposti neulasistaan ja oksistaan. Kuusi menestyy myös tämän vuoksi tiheänä metsikkönä. »— Nuoret kuusikot ovat monasti niin peräti tiheitä, että niistä on työläs läpi tunkea, joskus siinä määrässä, että tekisi mieli sanoa niitä kerrassaan läpipääsemättömiksi. Kuivat terävät oksat sellaisessa karahistossa käskevät liikkujan silmiään varomaan. —» (1891, s. 38). Blomqvist on myös havainnut, ettei kuusen olo alikasvoksena johdu yksistään sen myöhemmin tulosta vanhempiin metsiin, vaan myös siitä, että se jää kasvussaan jälkeen samaan aikaan alalle tulleista muista puulajeista. Niinpä tavataan meillä paljon 60 à 100 vuoden ikäisiä kaskimetsiä, joissa on samanikäinen kuusialikasvos. (1891, s. 65). Se saattaa olla pituudeltaan korkeintaan puolet, mutta useimmiten vain neljäsosan ylikasvoksen pituudesta.

Hyvin monella tavalla on myöskin Heikinheimo (1915) valaissut kuusen esiintymista alikasvoksina. Koska myöhemmin tullaan useassa yhteydessä palaamaan hänen julkaisuunsa, tyydytään tässä yhteydessä esittämään eräitä pääkohtia tästä laajasta teoksesta.

Kaskimetsissä on Heikinheimon mukaan kuusi melkein poikkeuksetta joko suoranaista ihometsää tai on se toisten puiden varjostamaa ainakin siinä määrin, että käpyjen ja siemenien muodostuminen vaikeutuu (1915, s. 127). Kun kuusi tällä tavalla on joutunut toisten varjoon, saattaa sen kasvu olla hyvin hidasta. Usein on kaskimailla alkuaikoina kituneista kuusista vaikeata laskea ikää 2 à 3-kertaisella suurennuksella (1915, s. 140). Vaikka kuuset eivät olisikaan alikasvoksena, saattaa niiden kasvu siitä huolimatta olla hyvin huono jos maa on kuivaa. »Kerrostumiskyky» tämänlaatuisissa tapauksissa on huono. Niinpä esittää Heikinheimo erään esimerkin Annantehtaan metsistä, missä 29-vuotisen puolukkatyypin kuusikon puuluku aarin alalla oli yli 200:kin keskimäärin 1, 2 m pituista puuta (1915, s. 215). Jos kaskiala on metsittynyt samaan aikaan männyllä ja kuusella, on kuusi keskinkertaisilla ja sitä huonommilla mailla jäänyt ali-

kasvokseksi, mutta paremmilla mailla se vähitellen alkaa kohota valtaluokkiin (1915, s. 220). Jos kuusi kaskimetsissä on mäntyä nuorempi, kituu se sitäkin enemmän, ja mitä kuivempaa maaperä on sen suuremmaksi muodostuu ero männyn ja kuusen välillä. »M.m. Karjalan rigeikköjen tiheys johtuu kuusen hitaasta kasvusta ja huonosta kerrostumiskyvystä» (1915, s. 221).

Jokseenkin samaan asemaan kuin mäntymetsissä jää kuusi myös kaskimaiden koivikoissa. Kuitenkin pääsee se hyvällä maalla verrattain aikaisin keski- ja ylimpiin pituusluokkiin, jos se kasvaa tarpeeksi harvassa (1915, s. 223). Jos kuusi on nuorempaa kuin koivu, voi se kasvaa hyvinkin rehevästi ja tavallisesti paremmin kuin molempien puulajien ollessa samanikäisiä (1915, s. 224). Kuusen runsauteen kaskialoilla (ylipaloaloilla) vaikuttaa suuresti reunametsä. Suhteellisesti enemmän esiintyy sitä sellaisilla aloilla, joiden reunalla on ollut kuusikorpi. Tämänlaatuisissa tapauksissa voi kuusi olla jopa vallitsevana puulajinakin (1915, s. 248).

Monipuolisissa tutkimuksissaan on Cajander selvitellyt myöskin kuusen biologiaa ja tällöin kiinnittänyt huomiota siihen, mikä merkitys on ollut puulajien välisessä taistelussa kuusen kyvyllä tulla toimeen alikasvoksena toisten puulajien ohella. Aluksi oli mänty vallannut sille sopivat kasvupaikat. Vähitellen alkoi kuitenkin kuusi vallata näitä männyn hallussa olevia alueita sen kautta, että se biologisesti vahvempana lajina saattoi tunkeutua aluksi alikasvokseksi männyn alle. Myöhemmin sai kuusi koko alan haltuunsa kun mänty ei voinut sillä enää uudistua. Männyn täytyi työntyä yhä enemmän sellaisille maille, rämeille, kallioille ja kuivimmille kankaille, joilta kuusi ei voinut sitä karkoittaa. »Kehitys ei kuitenkaan liene ennättänyt saavuttaa huippuaan, ennen kuin ihminen kuloillaan ja kaskillaan tuli männylle avuksi» (1916, s. 631). Kulojen ja kaskenpolton merkityksestä kuuselle antaa Cajander (1916, s. 693-) erittäin valaisevan kuvan. Erikoisesti painostetaan sitä, miten nämä seikat ovat olleet tuhoisia kuuselle. Useimmiten katoaa kuusi tulen koskettamilta aloilta. Näin on laita silloinkin kun kulo on ollut niin lievä, että muut puulajit eivät ole sen johdosta kuolleet. Tällä tavalla on kuusi vuorostaan saanut siirtyä muiden puulajien tieltä sellaisille kasvupaikoille, ennenkaikkea korpiin, joihin kulo tavallisesti ei ulotu. »Sitä myöten kuin kulot tulevat harvinaisemmiksi alkaa kehitys taas mennä päinvastaista kulkuaan. Korvista ja muista kosteista notkoista, missä kuusi on säilynyt kuloilta, on sen taimia alkanut levitä alikasvoksina kankaille.» Sen vuoksi runsaskorpisilla alueilla, kuten m.m. eräissä Korpiselän osissa, on kuusikoitakin verrattain paljon (1916, s. 697—698).

Mitä erikoisesti edellä mainituilla seuduilla sekä yleensä Raja-Karjalassa tavattaviin kuusikoihin ja kuusialikasvoksiin tulee, on Cajander tehnyt niistäkin sattuvia havainnoita. Tässä yhteydessä rajoitutaan kuitenkin mainitsemaan pääasiassa vain sellaisia seikkoja, jotka koskevat nimenomaan siellä olevia kuusialikasvoksia. Selitettyään ensin (1917, s. 179) yleensä metsiköiden harvenemiskykyä, joka varsinkin laihalla maalla on kaikkiin puulajeihin nähden heikko, koska maassa ei ole riittävästi tuoreutta ja ravintoaineita, jotta toinen puuyksilö pystyisi nopeasti varjostamalla tappamaan toisen, mistä taas on seurauksena koko kasvuston pysähtyminen, antaa Cajander hyvän kuvan olosuhteista kutakuinkin täystiheän männikön tai koivikon alle muodostuneista alikasvoksista, n.s. kuusi-»rykeiköistä.» Niitä tavataan varsinkin Raja-Karjalassa, nimittäin Salmin, Korpiselän ja Suojärven pitäjissä, harvinaisempina muualla, mutta nimeksi Lapissakin. Tällaisia kasvustoja esiintyy etenkin sellaisilla alueilla, missä kuivat kankaat ja korpinotkot vuorottelevat. Tämä johtuu siitä, että kuusi on korvista voinut tiheinä alikasvoksina levitä kankaille. »Kuta tiheämpää taimisto alkuaan on ollut, sitä kituvampaa on tämä »turkkimetsä.» Ei ole harvinaista, että rykeikköjen (»rigeikköjen») kuuset 40—80-vuotiaina ovat vain 2—5 m mittaisia! Huonon ilmanvaihdon johdosta on maassa toisinaan niin runsaasti sienirihmelöä, että se haisee homeelta!» (1917, s. 180). Joskin kohtuullisen tiheä alikasvos koivikoissa ja männiköissä y.m. saattaa varsinkin lämpösuhteita tasoittamalla olla edullista mullasmuodostukselle, on hyvin tiheä kuusialikasvos, varsinkin kuusen rykeikkö ehdottomasti vahingollinen (1917, s. 201). — Edellämainittujen »rigeikköjen» huonoon kasvuun ei tarvitse olla syynä yksinomaan ne olosuhteet, joissa ne ovat joutuneet kasvamaan. Cajander on herättänyt ajatuksen, että mahdollisesti tässä on kysymyksessä erikoinen perinnöllinen rotu »kasvupaikkarotu» (»Standortsrasse»), mikäli sellaisia yleensä on olemassa. »—Der sehr langsame Wuchs der »Rigeikkö»-Fichtenunterbestandswälder - - - ist möglicherweise zum Teil dadurch erklärlich, dass sie durch Besamung seitens der Bruchmoorfichten entstanden sind.» (1921 b, s. 10).

Tutkiessaan kulttuurin vaikutusta Laatokan pohjoispuolella olevien alueiden kasvistoon on Linkola (1916, 1917, 1921) selvittänyt myöskin kuusen esiintymistä erilaisissa olosuhteissa näillä seuduilla. Hänen mukaan on kuusi ollut alunperin vallitsevana puulajina kaikilla tuoreilla kangas- ja korpimailla. Tämän lisäksi se on hyvin usein vallitsevana myöskin puolukkatyypin mailla ja erittäinkin niiden tuoreemmilla ja hedelmällisemmillä muodoilla (Formen). Näillä mailla se on kuitenkin useimmiten

enemmän tai vähemmän kituvana alikasvoksena. Kanervatyypin mailla sitä myöskin tavataan, mutta niukemmin ja vieläkin kituvampana kuin edellisenluontoisilla mailla. Erikoisesti kaskiviljelys, mutta osittain myös metsäpalot ovat suuresti rajoittaneet kuusen valta-asemaa. Tämän vuoksi sitä ei tavata joko ollenkaan tai se esiintyy vain alimetsänä sellaisilla alueilla, joita on toistamiseen kaskettu, kuten on laita kylien lähistöllä. Mutta jo keski-ikäisissä metsissä sitä on runsaasti. Näissä samoin kuin vanhemmissa metsissä se muodostaa usein tiheitä, matalia, joskus melkein läpipääsemättömiä tiheikköjä. Jos metsät saavat olla koskemattomina, muodostuu tuoreille ja osittain myös kuiville maille aluksi sekametsiä, jotka myöhemmin vaihtuvat puhtaiksi kuusikoiksi.

Tässä yhteydessä sopii myös mainita Ilvessalon, L. (1917) havainnot kuusen esiintymisestä Korpiselän hoitoalueessa. Vaikkakin usein ja laajana raivonneiden kulojen ansiosta mänty hoitoalueessa on pysynyt valtapuuna, tavataan usein kuusta erikoisesti alikasvoksena. Nämä parin kolmen metrin korkuiset »rikeiköt» saattavat olla hyvin tiheitä, jopa joskus miltei läpipääsemättömiä (1917, s. 22). Samanlaisia havaintoja on tehnyt Ilvessalo, Y. (1916, s. 4) Salmin valtionpuistossa. Hän mainitsee, että osittain kanervakankailla, mutta miltei kaikkialla mustikkatyypillä on kuusialikasvosta, joka saattaa paikotellen olla hyvin tiheä, jopa joskus n. 40—50 vuotta sitte kasketuille aloille nousseissa metsiköissä melkein läpipääsemätöntä.

Myöskin Multamäki (1919) on havainnut, että Savossa ja Karjalassa m.m. käenkaali-mustikkatyypillä alkuperäinen puulaji kuusi on kulttuuritekijäin vaikutuksesta saanut väistyä muiden puulajien tieltä. Mikäli mänty on vallannut nämä maat, on kuusi melkein poikkeuksetta tunkeutunut alikasvokseksi (1919, s. 55—56). Sama on asianlaita mustikkatyypillä. Niiltäkin on syrjäytynyt niiden alkuperäinen puulaji kuusi. Mänty- ja koivumetsiin on kuusi kuitenkin alkanut tunkeutua uudelleen ollen nykyisin alikasvoksena (1919, s. 57). Puolukkatyypillä ovat sitävastoin vallinneet mäntymetsät. Kuusta on ollut alikasvoksena, joskus ehkä valtapuunakin.

Edellä mainitut tutkimukset ja havainnot koskevat pääasiassa Etelä-Suomen oloja. Mitä Pohjois-Suomeen tulee, ei sieltä ole varsinaisia kuusialikasvoksia koskevia tietoja kovin paljoa. Tämä ehkä johtuu siitä, että metsien kuusistuminen sikäläisissä luontosuhteissa ei tapahtune yhtä nopeasti kuin Etelä-Suomessa. Että metsät sielläkin ovat kuusistumassa ja jo suureksi osaksi kuusistuneet, siitä voidaan pitää todistuksena sikäläisiä laajoja kuusikoita. Varsinaisilla kuusialueilla ei Pohjois-Suomessa kui-

tenkaan voitane puhua huomattavammista alikasvoksista. Niinpä on Lakari (1920 b, s. 7) saattanut todeta, ettei paksusammaltyypin kuusikoissa ole yleensä runsaasti taimistoa, vaikka metsä on harvaa. Joskus tavataan kyllä vanhemmissa metsissä joitakin puuyksilöitä, jotka näyttävät nuorilta, mutta lähemmin tutkittuna saattaa sellaisen »taimen» ikä olla 100 vuoden vaiheilla vallitsevan metsän iän ollessa 150—250 vuotta.

Myöskin Heikinheimo (1922, s. 25) mainitsee miten Pohjois-Suomen tyypillisillä kuusimetsäalueilla metsien nuorentuminen on erittäin vaikeata. Siitä on todistuksena se, että näissä metsissä niiden harvuudesta huolimatta tavataan vähän taimia ja nuoria puita, vaikka metsänkasvuun käyttämätön ala on hyvin usein 30—40 % koko alasta. Poikkeuksia kyllä voi olla tästä säännöstä. Heikinheimo (1922, s. 42) on tavannut suhteellisen runsaasti taimia muutamissa tiheissä metsissä, mistä saatetaan päätellä, ettei metsän suurempi tiheys ole aina esteenä taimiston kehittymiselle. Jos kuitenkin tiheys on kovin suuri, se haittaa uudistumisen onnistumista. Joskin kuusivaltaisissa metsissä ei ole sanottavasti alikasvosta, on sitä sensijaan usein mäntyvaltaisissa paksusammaltyypin metsissä. Laajaoksaisten mäntyjen alla on kuusi usein tiheintä ja rehevintä muodostaen selviä »tarhoja» (1922). Kun vanhojen, kuolevien tai hakattavien mäntyjen tilalle ei voi siementyä uutta mäntyä, seuraa siitä välttämättömästi entisten mäntyvaltaisten metsien muuttuminen kuusikoiksi. Jätteitä mäntymetsistä tavataan yleisesti kuusialueilla, mikä todistaa kehityksen aikaisemminkin käyneen samaan suuntaan. Joskin kulot ovat katkaisseet joillakin seuduilla kehityksen tämänsuuntaista kulkua, ovat hakkuut sitä edistäneet kuusimetsistä kun on poistettu niissä olleet männyt (1922, s. 70—71).

Varsin tärkeänä pitää Heikinheimo kysymystä siitä, miten on hakkuussa meneteltävä alikasvoksen suhteen. Sellaisissa tapauksissa, joissa metsä on jotakuinkin tasaikäistä ja joissa hakkuutavaksi soveltuu kaistaleittainen paljaaksihakkaus, on parasta perata pois harvassa olevat, hintelät, tavallisesti tupsulatvaiset alikasvosnäreet. Ne nimittäin vaikuttavat hakkausalan metsittymiseen enemmän haitallisesti kuin edistävästi. Niitä turmelee usein lumikin niin, että ne käyvät entistään risaisemmiksi. Tälläinen metsikkömuoto ei kuitenkaan ole Pohjois-Suomessa kovin yleinen. Yleisempiä ovat sensijaan eri-ikäiset, runsaasti eri suuruusluokkia sekä taimistoakin sisältävät metsiköt. Niitä hakattaessa on säästettävä vähänkin kelvolliselta näyttävä taimisto ja alikasvos.

TUTKIMUSMENETELMÄ.

ALIKASVOKSEN MÄÄRITELMÄ.

Monet seikat vaikuttavat sen, etteivät metsikön puut ole täsmälleen samanlaisia, vaan erilaistuneet toisiinsa nähden usein huomattavastikin. Näin on laita silloinkin kun metsikkö on tasaikäistä. Sellaisessakin metsikössä voidaan melkein aina erottaa pääryhmät: vallitsevat ja vallitut puut, mutta riippuen erilaisista tarkoituksista, on molemmat ryhmät jaettu vielä useampiin alaryhmiin. Jos metsikkö on eri-ikäistä, ovat puut vieläkin selvemmin erilaisissa kehitysluokissa, sillä erilainen ikä luonnollisesti aiheuttaa puissa suuria eroavaisuuksia toisiinsa nähden. Tämänlaatuisissa (mutta joskus myös tasaikäisissä, silloin tavallisesti eri puulajien muodostamissa) metsiköissä saattaa muodostua erikoinen, valtametsästä ja sen kehitysluokista erillään oleva jakso, alimetsä, alikasvos. Jos alikasvos on nuorta nimitetään sitä usein taimistoksi. Jos se sitävastoin on vanhempaa ja toisen puulajin muodostamaa kuin varsinainen metsä, on alikasvos-, alimetsä-nimitys yleisempi. Alikasvos-käsite ei ole tavallisessa kielenkäytössä aivan täsmällinen. Sillä saatetaan tarkoittaa hyvinkin monenlaista metsää. Sen vuoksi on syytä lähemmin määritellä, mitä tässä tutkimuksessa käsitetään nimenomaan kuusialikasvoksella ja sen vastakohtana usein mainitulla ylikasvoksella.

Alikasvoksena pidetään metsikön kuusijaksoa silloin, kun se päämetsän ohella kasvaen ulottuu korkeintaan lähelle päämetsän eli valtametsän latvuskerrosta, mutta ei vielä sekoitu siihen.[1] Alikasvos voi näinollen olla lyhyempää tai pitempää, riippuen iästä, kasvusuhteista j.n.e. sekä siitä minkälaisen päämetsän ohella se kasvaa. Alikasvoksen iällä ei näinollen ole ratkaisevaa merkitystä. Se voi olla joko nuorta tai suhteellisen vanhaa ja samoin joko tasaikäistä tai eri-ikäistä. Päämetsään nähden se niinikään voi olla samanikäistä. Useimmassa tapauksessa päämetsä kuitenkin on vanhempaa.

Ylikasvoksena pidetään sitä metsikköjaksoa, päämetsää, jonka kaikki latvuskerrokset ovat alikasvoksen yläpuolella. Ylikasvos voi olla yhden tai useamman puulajin muodostama. Samoin se voi olla tasaikäistä tai eri-ikäistä ja siinä voi olla edustettuna hyvin monenlaiset kehitysluokat,

[1] Nimitys voisi olla myös »alimetsä» niinkuin usein käytetäänkin, mutta tässä on pidetty sopivampana alikasvos-nimitystä, koska se paremmin vastaa toista metsikköjaksoa, jota nimitetään ylikasvokseksi (vrt. Cajander, 1914).

varjoon joutuneista valtametsän puista tavallisiin ylispuihin ja »susipuihin» saakka.

Tutkimusalueen alikasvoksille on yleensä luonteenomaista esiintyminen selvinä alikasvoksina siten, että niiden latvuskerros on täydelleen irti ylikasvoksesta. Näin oli asianlaita eritoten tutkittavaksi otetuissa metsiköissä. Kuitenkin sattui viimemainituissakin tapauksia, joissa jotkut alikasvospuut ulottuivat ylikasvoksen latvuskerroksen alimpiin osiin. Kun tämänlaatuiset alikasvokset muuten sopivat tutkimuksen esineeksi, ei katsottu olevan syytä hyljätä metsikköä. Ylikasvoksen latvukseen ulottuvat puut kuuluisivat esim. Schotten (1912, s. 432) järjestelmässä »alimetsikköön» (underbestånd). Biologisesti ne eivät sanottavasti liene eriarvoisempia kuin varsinaiset alikasvoksen puut. Jos jotkut kuuset olivat niin pitkiä, että niiden latvus suuremmassa määrässä sekaantui ylikasvoksen latvuskerrokseen, vietiin ne ylikasvokseen.

Alikasvos ja ylikasvos käyttävät samaa kasvualaa, joten se tulee ainakin osaksi tavallaan »kahteen kertaan» käytetyksi. Kuinka suuressa määrässä tätä esiintyy, riippuu molempien kasvoksien tiheydestä. Jos molemmat ovat »täystiheitä», tulee koko ala käytetyksi kahteen kertaan ja molempien hallussa on yhtä suuri osuus. Tästä maksimimäärästä alaspäin voi olla hyvin monenmoisia asteita. Esillä olevassa tutkimuksessa, kuten jälempänä lähemmin selostetaan, on alikasvosten hallussa aina määrätty kasvuala kokonaan, ylikasvos sitävastoin saattaa käyttää ainoastaan osan samasta alasta. — Nykyisin voimassa olevien valtionmetsäin arvioimismääräysten mukaan lasketaan vallitsevaksi metsäksi se metsikköjakso, joka ottaa enimmän alaa, t.s. jonka tiheys on suurin.[1] Koska ylikasvos-käsite tässä tutkimuksessa on useimmiten identtinen vallitsevan metsän kanssa, tulisi edellisten määräysten mukaan alikasvos valtametsäksi heti kun ylikasvoksen käyttämä ala on vähemmän kuin 0.5 koko kyseessä olevasta alasta. Tällaisen periaatteen seuraaminen ei ole kuitenkaan asianmukainen esillä olevassa tutkimuksessa m.m. siitä syystä, että ylikasvos voi esim. hakkuitten, myrskyvahinkojen t.m.s. kautta olla harvaa, mistä huolimatta alikasvos on säilyttänyt pääasiassa entisen luonteensa. Sen vuoksi kuusijaksoa on edelleenkin pidetty alikasvoksena vaikka ylikasvos olisi harvempaakin kuin 0.5.

[1] Vrt. myös Ilvessalo, Y. (1927) ja Lönnroth (1917).

TUTKIMUSTA VARTEN SUORITETUT TYÖT.

Kuusialikasvoksien yleisen levenemisen selville saaminen tutkimusalueella on vaatinut melkoisesti työtä. Tässä suhteessa on kuitenkin useampana vuotena tutkimustyö voitu yhdistää varsinaisiin virkatehtäviin. Näitä suoritettaessa on tutkimusalue jouduttu kulkemaan osittain kuvio kuviolta. Tällä tavalla on tarkastettu Korpiselän, Soanlahden, Salmin ja Impilahden pitäjien valtionmaat kokonaisuudessaan sekä osia Suistamon pitäjän valtionmaista. Jokaiselta kuviolta laadittiin yksityiskohtainen metsikköselostus, jossa sekä ylikasvoksen että alikasvoksen laatu selostettiin. Samalla määriteltiin maalaji, tiluslaji ja metsätyyppi kuvioittain sekä muutenkin tutustuttiin seutujen luontosuhteisiin. Suojärven ja osiin Suistamon pitäjän valtionalueita ei ole ollut tilaisuutta perehtyä näin yksityiskohtaisesti, mutta lukuisilla retkillä näidenkin seutujen eri osiin on kuusialikasvosten esiintymisestä ja luonteesta saatu melkoisen täydellinen kuva. Samalla kun tutustuttiin valtionmetsiin, voitiin huomioita tehdä myöskin yksityismailla esiintyvistä kuusialikasvoksista.

Ottaen huomioon sangen tiheät retket tutkimusalueella, ei mitään erikoista kulkureittiä voida esittää.

Paitsi näiden enemmän tai vähemmän yleisluontoisten seikkain selvittämistä, kuului tutkimusohjelmaan alikasvoksien lähempi tutkiminen. Sitä varten otettiin koealoja tutkimusalueen eri osista.

Koealat pyrittiin sijoittamaan sellaisiin alikasvoksiin, jotka ovat tutkimusalueelle tyypillisiä. Joskin alikasvokset saattavat olla jossain määrin erilaisia, voidaan kuitenkin yleisenä tyyppinä pitää tasaisia, tiheitä, ylikasvoksesta selvästi erillään olevia alikasvoksia. Koealametsikön alikasvoksen tuli lähemmin määritellen olla sellaisen, että siinä vähintäin 1.3 m:n pituiset puut muodostivat täystiheän kuusijakson.[1] Siinä ei saanut olla käyttämätöntä kasvualaa. Tässä suhteessa eivät alikasvokset enempää kuin luonnonnormaaliset valtametsätkään ole absoluuttisen täystiheitä. Vaikka alikasvos olisi melkoisen tiheä alikasvosmitankin mukaan, löytää sen latvuskatoksesta lähemmin tarkastellen lukuisia pieniä aukkoja. Harvinaisia eivät kuitenkaan ole sellaiset tapaukset, joissa lat-

---

[1] Usein eivät alikasvokset kuitenkaan olleet absoluuttisen puhtaita kuusikoita. Sellaisten löytäminen tutkimusalueelta on vaikeata, sillä kuusten joukossa on monasti niiden pituisia lehtipuita, hoikkia, tupsulatvaisia, tavallisesti taipuneita koivuja, leppiä, haapoja ja pihlajia. Kun niitä on kuitenkin lukumäärältään hyvin vähän, ei niitä katsottu olevan syytä eroittaa, vaan pidettiin kuusten kanssa samanarvoisina alikasvokseen kuuluvina.

vuskatos alikasvoksessa on niin sulkeutunut, ettei siitä, tekisipä mieli sanoa, löydä yhtään aukkoa. Tällaisissa tapauksissa on latvuskatos absoluuttisen sulkeutunut.

Täystiheys alikasvoksissa voi olla tavallaan eriasteista. Suhteellisen pieni puuluku voi jo muodostaa sulkeutuneen latvuskerroksen. Mutta puuluku voi olla hyvin suurikin. Sellaisissa tapauksissa voitaisiin puhua oikeasta »ylitiheydestä». Taloudellisessa sekä biologisessa suhteessa nämä metsiköt epäilemättä ovatkin ylitiheitä, mutta tutkimuksen kannalta on oikeampaa pitää näitäkin täystiheinä (vrt. Lönnroth, 1917). Vertailevissa tutkimuksissa tulee tällä tavalla asetettavaksi rinnakkain jossain määrin eriarvoisia täystiheitä alikasvoksia.

Tutkittavaksi otettavien alikasvosten iän etukäteen määräämistä ei pidetty tarpeellisena, jonka vuoksi koealat toisiinsa verraten tulivat otetuksi eri-ikäisistä alikasvoksista. Kun tutkittavaksi otettiin tyypillisiä, tasaisia alikasvosmetsiköitä, johti jo tämä seikka osittain siihen, että saman koealan metsikkö tuli olemaan verraten tasaikäistä niinkuin myöhemmin ikää selostettaessa käy selville.

Tutkimuksien kannalta olisi luonnollisesti ollut suotavaa, että ylikasvoksetkin olisivat olleet puhtaita ja tasaikäisiä, joskin tiheydeltään erilaisia. Sellaisia metsiköitä pyrittiin hakemaan mahdollisuuksien mukaan, mutta kun ensisijassa kiinnitettiin huomiota alikasvoksen sopivaisuuteen koealametsiköksi, täytyi joskus tinkiä ylikasvoksen säännöllisyydestä. Tämän vuoksi tuli otetuksi sellaisiakin koealoja, joilla ylikasvos oli sekametsää sekä osittain eri-ikäistäkin.

Alikasvokseen nähden sopivien koealametsiköiden löytäminen ei tutkimusalueella tuottanut sanottavia vaikeuksia, koska alikasvoksia esiintyy sangen runsaasti. Koealametsiköiden paikka oli jo suurimmaksi osaksi etukäteen määrätty kartalle aikaisemmilla käynneillä, jonka vuoksi erikoistutkimuksia suoritettaessa voitiin ilman muuta mennä merkitylle paikalle ja ottaa sieltä koeala. Täten ei tarvinnut tuhlata paljon aikaa sopivien metsiköiden hakemiseen.

Koealat sijoitettiin eri metsätyypeille sikäli kuin niillä oli tutkittavaksi sopivia metsiköitä. Niinkuin myöhemmin käy selville, määrättiin metsätyyppi vasta toisessa sijassa, t.s. ensin haettiin sopiva metsikkö ja vasta sen jälkeen määriteltiin mille hyvyysluokalle se oli joutunut. Kuitenkin täytyi tutkimustyön loppuaikoina, kun eräiltä metsätyypeiltä oli saatu liian vähän aineistoa, valita koealametsiköitä kasvupaikan mukaan. Tarkoituksena ei kuitenkaan ollut saada ehdottomasti yhtä monta koealaa

kultakin metsätyypiltä. — Koealojen jakaantuminen eri metsätyypeille nähdään sivulla 75 olevasta luettelosta.

Kun sopiva metsikkö oli löydetty, rajoitettiin siihen koeala. Rajat hakattiin metsään ja kulmiin lyötiin paalut, joihin merkittiin koealan juokseva numero. — Koealan suuruus riippuu tavallisesti siitä minkälainen metsikkö on ja mitä seikkoja pyritään selvittämään. Mitä harvempi metsikkö, sen suuremman täytyy koealan olla ja päinvastoin, jotta se kuvaisi keskimääräisiä metsikkösuhteita. Lönnrothin (1925) mukaan on tähdellisempää ottaa yleensä pienempi homogeeninen kuin suurempi ja heterogeeninen koeala. Siihen katsoen, että kuusialikasvokset yleensä ovat sangen tiheitä ja puiden jakaantuminen alalle tasaisenlainen, katsottiin voitavan tyytyä yleensä pienenlaisiin koealoihin. Niiden yleisin muoto oli 50 × 25 m eli $^1/_8$ ha. Joissakin tapauksissa voitiin ottaa 50 × 50 m:n ala eli $^1/_4$ ha. Puitten lukutavan vuoksi, kuten myöhemmin käy selville, oli tärkeätä, että koealat niin paljon kuin mahdollista voitiin säilyttää näiden mittojen mukaisina. Joskus oli tutkittavaksi valittu alikasvos niin kapealla kankaalla, että koealan yleismuotoa täytyi muuttaa pitemmäksi ja kapeammaksi. Samalla täytyi alaa järjestää olosuhteiden mukaan ja useimmassa tapauksessa pienemmäksi kuin normaalikoko. Pahimpia esteitä koealojen sijoitukselle tekivät kuitenkin entiset hakkuut. Ylikasvoksesta hakattuja puita vedettäessä oli metsään täytynyt raivata teitä ja siten syntyi alikasvokseen aivan aukeita mutkittelevia kujia. Suuria puita kaadettaessa murtui myös paljon alikasvosta, mikä seikka osaltaan oli esteenä koealoja sijoitettaessa ja niiden suuruutta ja muotoa määrättäessä. Niinkin vanhojen kuin parikymmentä vuotta sitten toimitettujen hakkuiden jäljet saattoivat olla selvästi näkyvissä.

Sittenkun koeala oli saatu rajoitetuksi, laadittiin siitä yleiskuvaus.[1] Yleiskuvauksessa selostettiin koealan paikka ja kasvupaikan luonne ottamalla huomioon asema ympäristöön nähden, maanpinnan kaltevuus, maalaji, kivisyys, maapeite (karikkeet) j.n.e. Metsiköstä merkittiin niinikään sen yleinen laatu, syntytapa sekä vahingot mikäli niitä oli sattunut. Tämän jälkeen määrättiin metsätyyppi Cajanderin kehittämän järjestelmän mukaan.[2] Sitä varten toimitettiin koealoilla tutkimus pintakasvillisuudesta luokitellen eri kasvilajit runsausluokkiin tunnetun Norr-

---

[1] Tätä varten oli käytettävissä samoja painettuja kaavakkeita, joita käytetään Metsätieteellisellä tutkimuslaitoksella (»Koealanselityslomake»).

[2] Viitataan m.m. seuraaviin Cajanderin teoksiin: 1909, 1916, 1926 sekä Cajander und Ilvessalo, Y. 1921.

LINin runsausasteikon[1] mukaan Metsätieteelliseltä tutkimuslaitokselta saaduille kaavakkeille, joille oli valmiiksi painettuna tavallisimpien metsäkasvien nimet. Metsätyyppi määriteltiin pääasiassa tämän luettelon mukaan. Mutta, kuten myöhemmin s. 83- lähemmin käy selville, pintakasvillisuus ei näissä tiheissä metsiköissä ollut aina voinut kehittyä sellaiseksi kuin normaalisissa metsissä kullakin metsätyypillä. Kun ei ollut vielä kokemusta siitä minkälainen kasvipeite on luonteenomainen kuusialikasvoksissa eri metsätyypeillä, täytyi varsinkin tutkimustyön alkuaikoina turvautua joskus välillisiin menetelmiin. Koealan läheltä haettiin paikkoja, joissa alikasvosta ei esiintynyt tai se ei ollut niin tiheätä, mutta jotka muuten olivat mahdollisimman samanlaisia kuin varsinainen koeala, ja tarkastettiin mihin metsätyyppiin sellaiset paikat oli vietävä. Tästä saatiin osviittoja koealan metsätyypin määräämiseen. Vertauskohtia löytyikin tavallisesti helposti. Myöskin ylikasvoksen laatu ja koko koealalta saatu yleisvaikutus saattoi olla ohjeena metsätyyppiä määrättäessä.[2] Kun metsätyyppeihin yleensä pyrittiin kiinnittämään suurta huomiota, saatettanee olettaa, että ne myös ovat tulleet oikein määrätyiksi.[3]

Seuraava aste koealoilla suoritetuista töistä oli puiden lukeminen. Ylikasvos ja alikasvos luettiin täydelleen eri toimituksena. Tavallisesti suoritettiin ylikasvoksen luku ensin. Puut luettiin yksinpuin koko koealalta. Jos alikasvos oli olosuhteisiin katsoen harvanlaista, luettiin siitäkin

---

[1] Julkaistu ensikerran PALMGRENin teoksessa (1912). Vrt. myös CAJANDER (1923).

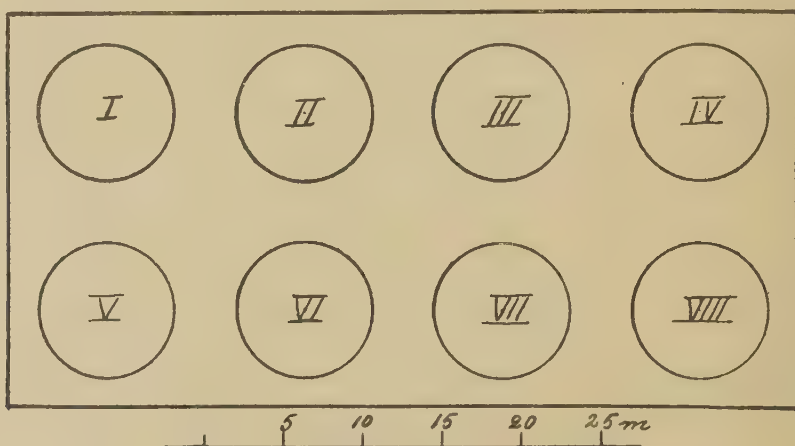
[2] Tämänlaatuista metsätyypin tavallaan välillistä määräämistä on ennenkin käytetty. Niinpä sanoo LINKOLA tutkiessaan kulttuurin vaikutusta Laatokan pohjoispuolisten alueiden kasvistoon (1916, alaviitta s. 24): »Im Stangenholzalter ist die Beschattung der Wälder oft abnorm gross und auch mehrere eigentliche Bewohner der betr. Typen sterben leicht aus. Es können also hier falsche Schlüsse gezogen werden, wenn man nicht über zahlreiche Beobachtungsplätze verfügt und auch die älteren weniger schattigen Wälder berüchsichtigt.» — LUKKALA (1919) on viereisen metsämaan mukaan arvostellut minkä metsätyypin maista viljellyt maat ovat raivatut. Samoin TANTTU (1915) on määritellyt kuivatettujen soiden alkuperäisen tyypin tarkastamalla myöskin viereisten, kuivattamattomien soiden suotyyppiä. Myöskin LÖNNROTH (1925) on erään koealan metsätyyppiä määrätessä käyttänyt tämänlaatuista välillistä menetelmää.

[3] Pari koealaa oli samoja, joiden metsätyypin ILVESSALO, Y. (1916) jo aikaisemmin oli määrännyt.

Sanomattakin on selvää, että juuri koealan käsittämä metsätyyppi tuli kysymykseen. Koeala saattoi olla joskus suuremman kankaan laidalla, joka oli erilaista kuin kangas ylempänä. Jos koko kangaskuviolle olisi määrätty metsätyyppi, olisi se ehkä saattanut tulla toiseksi kuin koealan kohta, koska suurempia aloja arvioitaessa pienialaisia eroja ei voida ottaa huomioon.

kaikki puut. Useimmassa tapauksessa ei kuitenkaan katsottu olevan syytä menetellä näin, koska se olisi ollut puiden suuren lukumäärän ja koealoilla vaikean liikkumisen takia erittäin aikaa viepää, vaan tyydyttiin lukemaan alikasvospuut eräänlaista rengasarviota käyttäen. Tässä suhteessa on tarkempi selostus tarpeen.

Koealojen yleisin muoto oli kuten jo mainittiin 25 × 50 m eli $^1/_8$ ha (kuva 5). Tälle asetettiin säännöllisten, etukäteen laskettujen välimatkojen päähän 8 ympyrää, joiden säde oli 4.46 m. Ympyröiden yhteinen ala oli näinollen $^1/_{20}$ ha eli 40 % koko koealan alasta.[1] Jos koeala oli $^1/_4$ ha:n



Kuva 5. Normaalikoeala. — *Abb. 5. Normalprobefläche.*

suuruinen asetettiin yhteensä 16 ympyrää, joten niiden yhteinen ala oli $^1/_{10}$ ha. Koealan ollessa $^1/_{16}$ ha ei sille sopinut kuin 4 ympyrää ollen niiden ala $^1/_{40}$ ha. Jos koealan muotoa oli muutettava kapeammaksi ja pitemmäksi, saattoi sen alaksi tulla joku epämääräinen luku. Vähempää kuin 4:ää ympyrää ei käytetty ja tämäkin määrä esiintyy vain harvoissa tapauksissa.

Kultakin ympyrältä luettiin kaikki elävät alikasvospuut olivat ne kuinka pieniä tahansa (vrt. Lönnroth, 1925, s. 92). Sen lisäksi merkittiin vielä sekä pystyssä että maassa olevien kuolleiden puiden määrä mikäli jätteitä saatettiin havaita lukuympyröillä. Jotta saataisiin jonkinlainen käsitys niistä olosuhteista, joissa alikasvos aikaisemmin on kasvanut, luettiin vielä kaikki vanhat kannot. Niiden ikä arvioitiin, ellei sitä muuten tiedetty, hoitoalueiden hakkuutilastojen tai muiden tietojen perusteella. Vielä laskettiin lumenmurtamien puiden luku. Kantojen ja lumen-

[1] Tarkka arvo 499.677 m².

murtojen lukeminen tapahtui koko koealalta, sillä niihin nähden ei ympyröillä lukemista puiden vähäisyyden takia pidetty edullisena.[1]

Oli tietenkin oletettavissa, ettei ympyröiltä lukeminen antaisi täysin oikeata puulukua. Sen vuoksi suoritettiin kokeeksi yksinpuin luku koealalla 65. Ympyräluvulla saatu kappaleluku erosi yksinpuin luvusta : 0.7 %. Kun tämä koeala ei ole millään lailla sopivampi kuin useimmat muut tämänlaatuiseen vertailuun, katsottiin ympyräluvun antavan riittävän tarkkoja tuloksia muillakin koealoilla. Käytetyllä menettelytavalla saatuja arvoja ei tämän vuoksi ole korjattu millään tavalla, vaan esiintyvät puuluvut hehtaaria kohti muunnettuina sellaisina kuin ympyräluku kullakin koealalla antoi.

Alikasvospuiden lukemisesta on pidettävä erillään niiden mittaus.

---

[1] Ympyröiden asettaminen koealoille sekä puiden lukeminen tapahtui seuraavalla tavalla. Koealan kulmasta mitattiin lyhyemmän sivun suuntaan 6.25 m. Tästä pisteestä otettiin kompassilla pitemmän sivun suuntainen tähtäys. Kompassimiehen jälkeen pingoitettu naru osoitti kulkutien. Kun kompassilla kulettu suunta varsinkin tiheissä metsiköissä ei pysynyt koko aikaa tasaisen välimatkan päässä koealan pitemmästä sivusta, saatiin tällä tavalla vain osapuilleen määrätyksi viiva, jolle ympyröiden keskipisteet tulivat. Tarkka arvo saatiin mittaamalla kohtisuora etäisyys koealan sivuista. Tällä tavalla tuli ensimmäisen ympyrän keskipiste olemaan 6.25 m kohtisuoraan koealan molemmista sivuista, seuraavan 12.50 m lyhyemmästä sivusta ja 6.25 m pitemmästä j.n.e. Ympyröiden keskipisteisiin lyötiin vahvasti maahan hoikanlaiset paalut ja merkittiin ympyröiden järjestysnumerot kuten kuva 5 osoittaa. Puut luettiin kultakin ympyrältä sektorittain. Tätä varten oli kaksi vahvaa nuoraa, joiden toisessa päässä oleva silmukka pujotettiin keskipisteessä olevaan paaluun. Huomioon ottaen paalun paksuus, mitattiin nuorat täsmälleen 4.46 m pitkiksi. Solmu oli merkkinä osoittamassa ympyrän kehän etäisyyttä keskipisteestä. Kun nuorilla voitiin ympyrä jatkomenoisesti jakaa kuinka pieniin sektoreihin tahansa, ei puitten luvussa tarvinnut merkitä luettuja puita. Nuorien avulla kävi myös erinomaisen hyvin päinsä jokaisen »rajapuun» mittaaminen. Rajapuiksi laskettiin kaikki ne puut, jotka joutuivat ympyrän kehälle. Jos suurin osa puun läpimitasta maan rajassa jäi ympyrän sisälle, otettiin se mukaan, muussa tapauksessa pidettiin puuta ulkopuolelle kuuluvana. Joskin rajapuut voitiin nuorien avulla helposti määrätä, teki jossain määrin varsinkin sateisella säällä haittaa nuorien kutistuminen. Sen vuoksi oli ehdottoman välttämätöntä tarkistaa niiden pituudet joka kerta ennen käyttöä. Metalliset nauhat olisivat ehkä olleet parempia, mutta ne olisivat monessa muussa suhteessa olleet epämukavammat, jonka vuoksi nuorista ei katsottu olevan syytä luopua. Kaikenkaikkiaan osottautui menetelmä sangen käteväksi näissä metsiköissä, joissa neliömetrin alalla saattoi olla useita puita. — Jos koealalta luettiin kaikki alikasvospuut, viritettiin sitä varten kaksi narua n. 2—3 m etäisyydelle toisistaan yli koko alan. Lukeminen suoritettiin narujen välissä. Siirtelemällä nuoria peräkkäisesti muodostettiin vieri viereen uusia lukuvyöhykkeitä kunnes koko koeala oli selvitetty. Tässäkään tapauksessa ei puihin tarvinnut panna mitään merkkiä lukutyön yhteydessä.

Läpimitta mitattiin täsmälleen 1.3 m:n korkeudelta maapisteestä laskien.[1] Maapisteen ajateltiin olevan mineraalimaan pinnassa, joka kohta vastannee likipitäen puun todellista syntymäkohtaa (vrt. Hildén, 1927). Tämän kohdan, maan pinnan ja puun pituusakselin leikkauspisteen määrääminen näissä oloissa ei ole vaikeata puiden pienen koon ja maan pinnan tasaisuuden vuoksi. (Kts esim. kuva 18). Oikeastaan ainoa häiritsevä seikka on turve- ja sammalkerros, mutta niidenkin osuus on verraten helppo ottaa huomioon. — Nykyinen juurenniska ei ole sopiva lähtökohta rinnankorkeuden määräämiseen, sillä se saattaa olla etenkin myöhäisjuurien muodostumisen kautta 10—20 sm korkeammalla kuin puun alkuperäinen syntymäkohta. — Mittauksessa ei luonnollisesti ole mitään kannon osuutta otettu huomioon.

Läpimitta mitattiin luokittain.[2] Luokkaväli oli 1 sm siten, että luokan keskiarvo sattui täyden senttiluvun kohdalle (vrt. LÖNNROTH, 1925). Ensimmäinen luokka käsitti puut, jotka eivät olleet 1.5 sm:ä tai sitä suurempia, toinen 1.5—2.5, kolmas 2.5—3.5 sm j.n.e. Jos läpimitta sattui täsmälleen luokan rajalle luettiin puu suurempaan luokkaan. Ensimmäiseen luokkaan tuli (ainakin teoreettisesti) luetuksi puita, joiden läpimitta oli yhden vuosikasvaimen paksuinen. Kun puun ytimen paksuudeksi on laskettava 0.1 sm, vuosiluston leveydeksi 2 × 0.05 sm eli yhteensä 0.1 sm, ja kuoren kaksinkertaiseksi paksuudeksi 0.2 sm, saadaan näistä yhteensä pienimmäksi läpimitaksi 0.4 sm eli 0.1 sm pienemmäksi kuin on 1-senttisten luokan alin raja. Näillä edellytyksillä saattoi tähän luokkaan tulla luetuksi pienempiäkin puita kuin alin luokka edellyttää. Jos näille puille olisi tehty oma luokkansa, olisi saatu yksi epätasainen, muista poikkeava luokka. Se taas olisi tuottanut erinäisiä hankaluuksia. Sen vuoksi katsottiin voitavan lukea ensimmäiseen luokkaan kaikki rinnankorkeuden mittaiset puut ja sellaiset, joiden läpimitan korkein raja oli lähellä 1.5 senttimetriä. Tämä katsottiin voitavan tehdä sitä suuremmalla syyllä, kun menetelmän aiheuttamalla virheellä on ainoastaan teoreettinen merkitys, joka tutkimuksen laatuun katsoen ei vaikuta tuloksiin sitä eikä tätä.

Läpimittakorkeuden asettaminen 1.3 m:n korkeudelle kuusialikasvoksissa, joissa usein on lyhyempiäkin puita, on tietenkin mielivaltaista. Nämä

[1] Maapisteen ja rinnankorkeuden määräämistavoista viitataan LÖNNROTHin teokseen (1925).

[2] Vaikka rinnankorkeusläpimittaa ja eräitä muitakaan seikkoja koskevia tutkimustuloksia ei tule esitettäväksi tässä julkaisussa, on täydellisyyden vuoksi katsottu olevan syytä selostaa työt koealoilla yhtäjaksoisesti.

alikasvoksethan useimmassa tapauksessa muodostavat tavallaan biologisen kokonaisuuden, jonka vuoksi osan sulkeminen pois mittauksista, niin voidaan väittää, ei ole asianmukaista. Jos mittakorkeutta olisi alennettu, olisi luonnollisesti saatu suuremmaksi mitattujen puiden luku, mutta kaikkia puita ei olisi sittenkään saatu mukaan. Mittakorkeuden asettaminen niin, että kaikki alikasvospuut tulisivat läpimitaltaan mitatuiksi on käytännöllisesti katsoen mahdotonta. Kun mittaus oli kuitenkin joltakin kohdalta suoritettava, tuli lähinnä tavanmukainen 1.3 m. rinnankorkeus valituksi. Tämän mittaiset puut muodostavat tutkittavaksi otetuissa alikasvoksissa jo täystiheän metsikön. Ne varsinaisesti antavat alikasvoksille luonteenomaisen leiman, mikä ilmenee varsinkin silmävaraisesti metsiköitä tarkasteltaessa. Pienemmät puut ovat usein melkein kuolemaisillaan. Sangen heikon elinvoimansa vuoksi ei niillä ole asiallista merkitystä suurempien puidenmuodostamalle alikasvoksen osalle. Niiden lukeminen suoritettiin vain pääasiassa vertauksen vuoksi, koska ne saattavat kuitenkin jossain määrin kuvata alikasvosten kehitystä yleensä. — Tällä kohdalla on syytä mainita, että myöhemmin esitettävät luvut alikasvosten puuluvusta koskevat 1.3 m:n korkuisia ja sitä suurempia puita, ellei nimenomaan toisin mainita.

Niin tasaisia kuin Raja-Karjalan kuusialikasvokset varsinkin silmämäärin tarkastellen ovatkin, voidaan niissä lähemmin tutkien havaita selvästi eri kehitysluokkia. Äsken mainittiin jo eräästä jaksosta nimittäin 1.3 m. lyhyemmät puut. Nämä saattavat ainakin osaksi olla samanikäisiä kuin sitä suuremmat, joten niiden pienuus riippuu usein vain hitaasta kehityksestä. Tarkasti ottaen voitaisiin alikasvokset luokitella samanlaatuisiin kehitysluokkiin kuin valtametsätkin.[1] Tämän tutkimuksen kannalta ei kuitenkaan ole syytä niin yksityiskohtaiseen metsikköanalyysiin kuin nykyisin on tapana tehdä valtametsissä. Tarkoituksen mukaisiksi katsottiin seuraavat luokat.

---

[1] Puiden luokitteluja, sekä mekaanisia että biologisia, on tehty hyvin paljon. Tässä yhteydessä ei ole katsottu olevan syytä selostaa niitä lähemmin, koska kirjallisuudessa jo ennestään on niistä yksityiskohtaisia esityksiä. Viitataan m.m. seuraaviin julkaisuihin sekä niissä oleviin kirjallisuusluetteloihin: Blomqvist (1897); Heikinheimo (1906, 1915, 1920 c); Lakari (1920 b); Aaltonen (1919); Lönnroth (1917, 1925); Morosow (1928).

Useat tutkijat ovat luokittelussaan jättäneet m.m. alikasvoksen pois, koska sitä ei ole laskettu kuuluvaksi varsinaiseen metsikköön. Näin on tehnyt esim. Schotte (1912).

Ylikasvos.

1. Valtapuut }
2. Välipuut } alikasvos.
3. Alipuut }

Alikasvosten *valtapuut* ovat sellaisia, joiden latvus on vapaa muusta alikasvoksesta. Ne ovat siis alikasvoksen muihin puihin nähden saavuttaneet valta-aseman. Niiden latvuksen alaosa on tavallisesti muun alikasvoksen sivuvarjostuksen alaisena, mutta yläosaan ei tämä varjostus ulotu. Valtapuut ovat alikasvosten pisimpiä puita.

Välipuiden latvus on useimmiten vapaa ylöspäin, koska valtapuiden pienenlainen latvus ei ulotu niitä peittämään. Sensijaan tämän luokan puut joutuvat valtapuiden sivuvarjostuksen alaisiksi.

Alipuut ovat kokonaan joutuneet edellisten luokkien latvusten peittoon päältä ja sivuilta käsin. Tähän luokkaan kuuluu tutkituissa metsiköissä sekä 1.3 m pituuden täyttäviä että pienempiä puita. Kuten aikaisemminkin on mainittu, otetaan myöhemmässä aineiston käsittelyssä alipuina huomioon vain ne puut, jotka täyttävät vähintäin 1.3 metrin pituuden.

Kaikkien alikasvospuuluokkien yläpuolella on ylikasvos. Se varjostaa alikasvosta suuremmassa tai pienemmässä määrässä sen mukaan minkä laatuista se on. Sen puita ei ole myöskään luokiteltu millään lailla eri kehitysluokkiin, vaan käy yhteisellä nimellä ylikasvos.

Alikasvospuita luokiteltaessa on näinollen johtavana ollut vallitsevaisuusperiaate. (Vrt. LÖNNROTH, 1925). Koska latvusmuodot usein vaihtelevat eri luokissa, saatettiin tätäkin seikkaa joskus käyttää karakteristikana, mutta vain edellämainitun ensiarvoisen seikan ohella. Viallisten (lumenmurtamien) ja kuolleiden puiden eri luokaksi eroittamiseen ei sitävastoin ollut aihetta, vaikka tällaisetkin puut luettiin.

Alikasvospuut koealoilla oli sitten lukumäärälleen jaettava eri kehitysluokkiin. On selvää, että näin tiheissä metsiköissä, joissa jo puiden yksinpuin lukeminen tuottaa vaikeuksia, myöskin yksinpuin luokittelu on monin verroin hankalampaa kuin tavallisissa valtametsissä. Sen vuoksi tyydyttiin tässäkin suhteessa koemittauksiin. Kultakin koealalta mitattiin 1.3 m:n korkeudelta puita ja samalla arvioitiin mihin kehitysluokkaan ne oli vietävä. Kun mittauksia oli suoritettu suuri joukko tasaisesti ympäri koealaa, saatiin selville ne läpimittaluokat, joiden kohdalle eri kehitysluokat: valtapuut, välipuut ja alipuut, keskittyivät. Tietenkään ei näissäkään metsiköissä voida ehdottomasti sanoa määrätyn

rinnankorkeusläpimitan vastaavan aina määrättyä kehitysluokkaa. Luokkien raja ei ole absoluuttisen tarkasti arvioitavissa yleensäkään ja vielä vähemmin silloin kun koko arvioiminen on suoritettava silmämääräisesti. Koealametsikön toisella laidalla saattoi esim. puiden erilaisen pituuden vuoksi joku puu, joka toisaalla samankokoisena sekä pituudeltaan että läpimitaltaan oli viety esim. välipuuksi, tulla viedyksi valtapuuksi j.n.e. Tämänlaatuisia virheellisyyksiä sattui luonnollisesti silloin kun puu oli aivan kehitysluokan rajalla. Tästä johtui myöskin, että samanläpimittaisia puita joutui joskus eri kehitysluokkiin. Jos tällaista tapahtui suuremmassa määrässä, jatkettiin mittauksia niin kauan, että raja tuli selvästi määrätyksi. Mitä menetelmässä syntyneeseen virheeseen tulee, ei sillä ole kovin suurta merkitystä, sillä virheellisesti luokitellut puut ovat, kuten mainittu aina luokan rajalla, joten ne monessa tapauksessa saattavat todellisuudessakin kuulua yhtä suurella syyllä jompaankumpaan rajakkain olevaan kehitysluokkaan. Sitäpaitsi virhe ei ole systemaattinen, vaan yhtä hyvin positiivinen kuin negatiivinen, jonka vuoksi virheellisyydet tasoittavat toisiaan. Tällä tavalla »edustavan aineiston» avulla suoritettu luokittelu katsottiin siitäkin syystä riittäväksi, että puiden pituus ja läpimitta osoittautuivat hyvin säännöllisellä tavalla olevan toistensa funktioita.

Kun näin oli löydetty kultakin koealalta eri kehitysluokkia vastaavat läpimitat, oli yksinkertainen asia luku- ja mittauslistojen mukaan määrätä luokkiin tuleva puuluku. Asian selventämiseksi mainittakoon esimerkki. Koealalla n:o 47 tuli alipuiksi 1-, 2- ja 3-senttisten, välipuiksi 4- ja 5-senttisten ja valtapuiksi 6-senttisten ja sitä suurempien läpimittaluokkien puuluku. Toisilla koealoilla tuli eri kehitysluokkien osalle jotkut toiset läpimittaluokat, mutta muuten oli menetelmä samanlainen.

Oman erikoisen työn koealoilla muodostivat pituusmittaukset. Ylikasvoksen pituus mitattiin Christenin hypsometrillä, alikasvoksen pituus sitävastoin määrättiin välittömästi pitkällä tangolla, johon oli merkitty metrin ja puolen metrin mitat. Ellei pituus sattunut täydelleen tangossa olevien merkkien kohdalle, arvioitiin se lähimmästä merkistä silmämääräisesti. Alikasvoksen pituusmittaukset suoritettiin 10 sm:n tarkkuudella. Kun riittävä määrä pituusmittauksia oli tehty eri läpimittaluokista, piirrettiin sekä ylikasvoksen että alikasvoksen pituuskäyrä tavalliseen tapaan millimetripaperille läpimittojen ollessa abskissalla ja pituuksien ordinaatalla.

Alikasvosten mahdollisimman tarkan iän määrääminen on tutkimustyön kannalta ollut tärkeätä ja siihen kiinnitettiinkin mahdollisimman

suurta huolta. Tällöin ei ollut muuta keinoa käytettävissä kuin vuosilustojen lukeminen juurenniskasta ja tarpeen tullen muualtakin tehdyistä leikkauksista. Kun menetelmän selostaminen käy paremmin päinsä myöhemmin esitettävien ikätutkimustulosten yhteydessä, ei tässä ole syytä kosketella kysymystä sen lähemmin.

Ikämääräysten yhteydessä jouduttiin myös tutkimaan myöhäisjuuriston esiintymistä alikasvospuilla. Samalla tehtiin tutkimuksia juuristosta yleensä huomioon ottamalla pääasiassa sen asema maassa.

Koealoilla suoritetuista töistä on vielä mainittava puukarttojen laatiminen. Niitä piirrettiin tyypillisimmistä metsiköistä parin lukuympyrän alalta. Puukarttojen piirtäminen koko koealalta olisi ollut hyvin hankalaa puiden suuren lukumäärän takia. Työstä ei olisi ollut siihen uhrattuun vaivaan verraten vastaavaa hyötyä, koska isompia aloja käsittävillä kartoilla ei olisi saatu esille sanottavasti enempää kuin pienialaisillakaan.[1] Ylikasvoksen puista piirrettiin myöskin latvusprojektiot, alikasvoksesta merkittiin vain rungon paikka.[2] Sitävastoin tutkittiin latvusmuotoja erilaisissa alikasvoksissa ja eri luokan puissa. Pääasiassa suoritettiin havaintojen teko silmämääräisesti, mutta suoranaisia latvusmittauksiakin toimitettiin.

Koealojen maaperää tutkittiin jokaiselta koealalta useammasta kohdasta. Erikoisesti kiinnitettiin huomiota minkälaatuinen oli maaprofiili. Siitä tehtiin lukuisia piirroksia ja mittauksia. Varsinaisia maannäytteitä ei sitävastoin otettu.

---

[1] Puukarttojen piirtäminen on ollut yleistä meillä sekä ulkomailla. Vrt m.m. AALTONEN (1919), LÖNNROTH (1925) LAITAKARI (1927), SCHOTTE (1912), WIEDEMANN (1925) y.m.

[2] Alikasvosta koskevien puukarttojen piirtäminen kävi hyvin päinsä lukuympyröiltä. Puiden luvussa käytetyillä naruilla voitiin ympyrä jakaa niin pieniin sektoreihin kuin tarvittiin ja pääympyrän sisään asetetuilla pienemmillä, samankeskisillä ympyröillä voitiin sektorit katkaista tarpeen mukaan, joten puiden paikka saatiin tarkalleen määrätyksi. Samalla tavalla saatiin tietää ympyröiden sisään joutuneiden ylikasvospuiden paikka. Kuitenkin kävi välttämättömäksi kartoittaa ylikasvosta laajemmalta alalta kuin lukuympyröiltä. Tavallisesti merkittiin ylikasvospuut koealan laidasta toiseen ulottuvalta leveämmältä vyöhykkeeltä siten, että kartoitetut ympyrätkin joutuivat tälle vyöhykkeelle. Puiden paikka koealalla määrättiin joko lukuympyröiden keskipisteestä tai koealan sivuilta. Ylikasvoksen latvusprojektiot piirrettiin neljän seipään avulla. Seipäät asetettiin latvuksen neljälle sivulle sille kohdalle, johon latvuksen äärimmäinen reuna ulottui. Niiden väliset projektion ääriviivat piirrettiin jäljitellen reunan kulkua.

KOEALAT.

YLEISSELOSTUS.

Ennenkun ryhdytään esittämään varsinaisia tutkimustuloksia, on syytä selostaa otetut koealat lähemmin. Niinkuin aikaisemmin on mainittu, perustuvat erikoistutkimusalat metsämaan hyvyyteen nähden metsätyyppeihin. Kun tutkimusalueella metsätyyppien esiintyminen on sellainen, että parhaita kangasmaita on sangen vähän ja huonoimmille taas ei muodostu tyypillisiä kuusialikasvoksia, rajoittui koealojen ottaminen muutamille harvoille metsätyypeille. Tällä tavalla saatiin tutkittavaksi vain käenkaali-mustikka-, mustikka- ja puolukkatyypillä olevia alikasvoksia.

Seuraava yhteenveto koealoista osoittaa niiden luvun metsätyypittäin.[1]

OMT,	10	koealaa
MT,	34	»
VT,	29	»
Yht.	73	koealaa

Koealoista esitettäköön vielä seuraava selostus.

N:o 1. MT, 1/8 ha, Salmin hoitoalue. Tasainen, alava kangas, aikoinaan palanut, vieressä kehnokasvuinen korpi. A l i k a s v o s: suhteellisen hyväkasvuinen, jokseenkin tiheä[2], ikä 79 v., pituus 3—5 m, läpim. 4—7 sm [3], puita ha:lla 10 260 kpl.[4] Y l i k a s v o s: harvanlaista, epätas. Mä, seassa vähän Ko, ikä kahta luokkaa, 90 ja 140 v., edellinen vallitseva, pituus 15—17 m, läpim. 11—25 sm, puita ha:lla 536 kpl. Metsikkö leimattu hakattavaksi siemenpuuasentoon.

[1] Alunperin tuli otetuksi 4 koealaa enemmän kuin luettelo osoittaa. Niistä oli 2 kangaskorvella, 1 MT:llä ja 1 VT:llä. Kangaskorvella olevat koealat poistettiin pääasiassa sen vuoksi, ettei siltä saatu riittävästi aineistoa. Muut täytyi poistaa epätasaisuuden takia. Poistaminen tapahtui ennenkun aineistoa ryhdyttiin lopullisesti käsittelemään.

[2] Maininnat alikasvoksen laadusta esitetään tässä silmämäärin arvosteltuina ja on ne tehty alikasvoksissa yleensä vallitsevia suhteita silmällä pitäen.

[3] Pituus- ja läpimitta tarkoittavat koealoilla yleisimmin esiintyviä mittoja, eli sellaisia, jotka antavat metsikölle leimansa. Ne eivät tässä yhteydessä ole mitään laskettuja keskiarvoja.

[4] Puiden lukumäärä tarkoittaa 1.3 m ja sitä pitempiä puita.

N:o 2. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Loivasti nousevan kankaan laita, aikoinaan palanut, tuskin kaskettu, vieressä räme, mutta sen reunalla korpimainen vyöhyke, jossa kasvaa kuusia. Alikasvos: melkoisen tasaista, ei vaikuta kovin kituvalta, ikä 84 v., pituus 4—6 m, läpim. 5—6 sm, puita ha:lla 5 300 kpl. Puissa runsaasti *Chrysomyxa ledi*. Ylikasvos: solakkaa Mä ja joku Ko, pari vanhaa ylispuu-Mä, ikä 87 v. pituus 9—13 m, läpim. 11—19 sm, puita ha:lla 1 592 kpl.

N:o 3. VT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Isomman kankaan laita, palanut, vieressä korpi. Alikasvos: tiheä, mutta ei erikoisen tasainen pituuteen nähden, ikä 85 v., pituus 3—5 m, läpim. 3—4 sm, puita ha:lla 12 840 kpl. Lumen murtamia puita melko paljon. Puissa *Chrysomyxa ledi*. Ylikasvos: kohtalaisen tiheä Mä ja vähän Ko, joku vanha ylispuu, ikä 85 ja 152 v., pituus 13—15 m, läpim. 9—13 sm, puita ha:lla 800 kpl. Sammaloituneita kantoja koealalla 14 kpl.

N:o 4. VT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue, Impilahden valtionpuisto. Suuremman kankaan laitaosa, palanut aikoinaan. Alikasvos: jokseenkin tasainen, ikä 86 v., pituus 3—4 m, läpim. 3—4 sm, puita ha:lla 7 380 kpl. Ylikasvos: vanhaa harvanlaista Mä, joissa yleisesti palokoroja ja männyn kääpää, ikä 190 v., pituus 21—23 m, läpim. 31—33 sm, puita ha:lla 200 kpl.

N:o 5. VT, $^1/_{16}$ ha, Salmin hoitoalue, Impilahden valtionpuisto. Pieni kumpumainen kangas. Alikasvos: hyvin tiheä ja tasainen, ikä 82 v., pituus 2—4 m, läpim. 2—4 sm, puita ha:lla 25 080 kpl. Ylikasvos: jokseenkin täystiheä tasainen Mä, ikä 92 v., pituus 10—11 m, läpim. 9—15 sm, puita ha:lla 1984 kpl. Vanhoista kannoista, 17 kpl. koealalla, päättäen metsiköstä hakattu puita n. 20—30 v. sitten.

N:o 6. VT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Tasainen, aikoinaan palanut kangas, jonka vieressä on korpi. Alikasvos: suhteellisen harvaa, ei vaikuta kovin kitukasvuiselta, koealan suonpuoleisella reunalla tiheämpää, keskemmällä harvempaa, seassa joku kituva hoikka Mä, ikä 82 v., pituus 4—5 m, läpim. 3—6 sm, puita ha:lla 4 160 kpl. Ylikasvos: kookasta vanhaa Mä, ikä 190 v., pituus 20 m, läpim. 27 sm, puita ha:lla 360 kpl. Puissa yleisesti palokoroja.

N:o 7. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Impilahden valtionpuisto. Tasainen, vanhastaan palanut kangas. Alikasvos: tiheältä vaikuttava, suhteellisen hyväkasvuinen, ikä 83 v., pituus 5—7 m, läpim. 3—5 sm, puita ha:lla 11 060 kpl. Ylikasvos: solakkaa Mä, pari kolme vanhaa ylispuuta, ikä 100 v., pituus 16 m, läpim. 19 sm, puita ha:lla 384 kpl.

N:o 8. OMT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue, Impilahden valtionpuisto. Suuremman kankaan loivasti pohjoiseen viettävä rinne. Alikasvos: suhteellisen hyväkasvuinen, pituudeltaan vaihteleva, latvus ulottuu melkein maahan saakka, ikä 44 v., pituus 2—6 m, läpim. 2—6 sm, puita ha:lla 4 320 kpl. Ylikasvos: jokseenkin puhdas Ko, ikä 51 v., pituus 14 m, läpim. 15 sm, puita ha:lla 864 kpl.

N:o 9. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Suojattu, korpien rajoittama, tasaisenlainen kangas. Alikasvos: tiheänlaista, pituudeltaan jonkunverran vaihtelevaa, ikä 65 v., pituus 2—6 m, läpim. 2—6 sm, puita ha:lla 9 020 kpl. Ylikasvos: harvanpuoleista solakkaa Mä ja joitakin Ko, ikä 86 v., pituus 18 m, läpim. 21 sm, puita ha:lla 640 kpl.

N:o 10. VT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Suojattu, tasainen kangas. Alikasvos: tiheä, paikoin miltei »turkkimetsää», ikä 83 v., pituus 2—4 m, läpim. 2—5 sm, puita ha:lla 11 680 kpl. Ylikasvos: sahapuun kokoista Mä, seassa joku Ko, ikä 135 v., pituus 19—20 m, läpim. 25 sm, puita ha:lla 424 kpl.

N:o 11. VT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Hieman itään viettävä rinne, aikoinaan palanut. Alikasvos: tiheä ja hidaskasvuiselta vaikuttava, ikä 86 v., pituus 2—6 m, läpim. 1—6 sm, puita ha:lla 13 580 kpl. Ylikasvos: solakkaa, kookasta Mä, ikä 155 v., pituus 22 m, läpim. 31 sm, puita ha:lla 280 kpl.

N:o 12. VT, $^1/_{16}$ ha, Salmin hoitoalue. Hiekkaharjanne n.s. »särkkä»-muodostuma, korvet kahden puolen. Alikasvos: hyvin tiheä »turkkimetsä», vaikuttaa hidaskasvuiselta, ikä 81 v., pituus 2—4 m, läpim. 1—4 sm, puita ha:lla 18 680 kpl. Ylikasvos: harvakseltaan suuria, oksaisia Mä ja muutamia suuria Ko, ikä 153 v., pituus 20 m, läpim. 25—29 sm, puita ha:lla 352 kpl.

N:o 13. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Tasainen, alavanlainen kangas. Alikasvos: suhteellisen hyväkasvuinen, erilaistunut tavallista suuremmassa määrässä pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 88 v., pituus 2—11 m, läpim. 2—12 sm, puita ha:lla 6 400 kpl. Ylikasvos: harvassa suuria, vanhoja, osin lakkapäisiä Mä sekä vähän nuoremman ikäluokan Ko ja joku suuri Ha, 155 v., pituus 22 m, läpim. 29—31 sm, puita ha:lla 304 kpl.

N:o 14. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Matalahko, tasainen kangas, korpien rajoittama, aikoinaan palanut tai mahdollisesti kaskettu. Alikasvos: matalaa, tasaista, melkein läpipääsemätöntä, ikä 92 v., pituus 1—4 m, läpim. 1—4 sm, puita ha:lla 29 880 kpl. Ylikasvos: keski-ikäistä, täystiheää, tasaikäistä Mä, joku Ko ja Ha, ikä 94 v., pituus 14—15 m, läpim. 17—19 sm, puita ha:lla 1 128 kpl.

N:o 15. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Hieman lounaaseen kallistuva tuore rinne, kaskettu, viereisellä kankaalla siemennyskykyisiä kuusia, korpi kauempana. Alikasvos: suhteellisen hyväkasvuinen, tavallista enemmän erilaistunut pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 53 v., pituus 3—10 m, läpim. 2—10 sm, puita ha:lla 8 380 kpl. Ylikasvos: solakkaa, tasaikäistä Mä ja Ko, ikä 65 v., pituus 16—18 m, läpim. 15—19 sm, puita ha:lla 896 kpl.

N:o 16. MT, $^1/_4$ ha, Salmin hoitoalue. Tasainen, tuorehko kangas, vieressä siemennyskykyisiä Ku. Alikasvos: ei vaikuta erikoisen tiheältä, suhteellisen kookaspuinen, erilaistunut melkoisesti pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 87 v., pituus 2–12 m, läpim. 2—13 sm, puita ha:lla 6 500 kpl. Ylikasvos: solakkaa, kookasta tasaikäistä Mä, seassa joku Ko, ikä 95 v., pituus 16—24 m, läpim. 15—31 sm, puita ha:lla 972 kpl.

N:o 17. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Loivasti itään viettävä kaskettu kangas, tasainen. Alikasvos: ei kovin tiheä, suhteellisen hyväkasvuinen, ikä 50 v., pituus 2—10 m, läpim. 2—10 sm, puita ha:lla 5 980 kpl. Ylikasvos: hoikansolakkaa, lähes täystiheää Ko, seassa joku Ha, Ko osittain siemen- osittain vesametsää, ikä 60 v., pituus 16 m, läpim. 13—15 sm. puita ha:lla 1 640 kpl.

N:o 18. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Länteen kallistuvan tuoreen kankaan laita, kaskettu. Koealan rinnalla vanhempi kaskiala, jolla on hyväkasvuisia Ku. Alikasvos: hyvin tiheä »turkkimetsä», tasainen, ikä 45 v., pituus 2—5 m, läpim. 1—6 sm, puita ha:lla 32 160 kpl. Ylikasvos: harvanlaista, solakkaa Ko, ikä 55 v., pituus 12 m, läpim. 13 sm, puita ha:lla 704 kpl.

N:o 19. OMT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Suojattu tasainen kangas, rapakiviperustalla, kaskettu aikoinaan, vieressä kankaalla siemennyskykyisiä Ku. Alikasvos: epätasainen pituuteen ja paksuuteen nähden, yleisvaikutus suhteellisen hyväkasvuinen, ikä 44 v., pituus 2—7 m, läpim. 1—7 sm, puita ha:lla 11 360 kpl. Ylikasvos: jokseenkin täystiheä, tasaikäinen Ko, joka on osittain siemen- osittain vesametsää, seassa joku Le, ikä 56 v., pituus 15 m, läpim. 13 sm, puita ha:lla 1 544 kpl.

N:o 20. OMT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Tasainen, suojattu, tuore kangas, entinen kaskiala. A l i k a s v o s: ei erikoisen tiheätä, erilaistunut silmiinpistävästi pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 53 v., pituus 2—11 m, läpim. 2—13 sm, puita ha:lla 2 740 kpl. Y l i k a s v o s: kookasta, solakkaa Ko, seassa joku Ha, ikä 72 v., pituus 19—20 m, läpim. 19—20 sm, puita ha:lla 1 032 kpl.

N:o 21. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Loivasti etelään viettävä isomman kankaan rinne, aikoinaan palanut. A l i k a s v o s: tiheänlainen, ei kuitenkaan vaikuta pituuteen ja paksuuteen nähden erikoisen tasaiselta, ikä 81 v., pituus 2—10 m, läpim. 2—10 sm, puita ha:lla 7 560 kpl. Y l i k a s v o s: hyvin kookasta, täysitiheää, tasaikäistä, Mä, seassa joku Ko, säästömetsää, ikä 178 v., pituus 22—24 m, läpim. 31—33 sm, puita ha:lla 440 kpl.

N:o 22. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Kumpumainen kangas rapakivipohjalla, palanut aikoinaan, vieressä korpi. A l i k a s v o s: jokseenkin tiheä, vaikuttaa tasaiselta, ikä 83 v., pituus 2—8 m, läpim. 2—8 sm, puita ha:lla 13 420 kpl. Y l i k a s v o s: täystiheä tasaikäinen, sahapuun mittainen Mä, seassa joku Ko, ikä 145 v., pituus 20—21 m, läpim. 25—27 sm, puita ha:lla 688 kpl.

N:o 23. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Hieman etelään viettävä isomman kankaan reuna, palanut aikoinaan. A l i k a s v o s: näyttää silmämäärin tarkastellen kokolailla hyväkasvuiselta, melkoisesti erilaistunut paksuuteen ja pituuteen nähden, ikä 85 v., pituus 2—9 m, läpim. 2—10 sm, puita ha:lla 7 760 kpl. Y l i k a s v o s: vanhaa, melkein kasvunsa lopettanutta Mä, seassa joku Ko, ikä 140 v., pituus 21 m, läpim. 27—31 sm, puita ha:lla 464 kpl.

N:o 24. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Tasainen, aikoinaan palanut kangas, korpi vieressä. A l i k a s v o s: ei ole erikoisen tiheä, suhteellisen hyväkasvuinen, ikä 88 v., pituus 1—9 m, läpim. 1—9 sm, puita ha:lla 7 720 kpl. Y l i k a s v o s: vanhoja jättöpuunluontoisia Mä sekä vähän nuoremman ikäluokan Mä ja Ko, seassa joku Ha, ikä 93 ja 140 v., pituus 18 ja 21 m, läpim. 17 ja 39 sm, puita ha:lla 480 kpl.

N:o 25. VT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Hieman itään kallistuva, aikoinaan palanut. A l i k a s v o s: suhteellisen harvaa, hidaskasvuiselta vaikuttava, ikä 84 v., pituus 2—9 m, läpim. 2—8 sm, puita ha:lla 6 560 kpl. Y l i k a s v o s: jokseenkin täystiheä Mä, seassa joku solakka Ko, ikä 89 v., pituus 18—19 m, läpim. 17—19 sm, puita ha:lla 944 kpl.

N:o 26. MT, $^1/_8$ ha, Salmin hoitoalue. Hieman etelään viettävän kankaan laide, aikoinaan palanut, vieressä kangaskorpi, jossa on kuusia, joitakin kuusia myös kankaan reunalla koealan ulkopuolella. A l i k a s v o s: suhteellisen hyväkasvuista, ei erikoisen tiheätä, ikä 64 v., pituus 2—7 m, läpim. 2—6 sm, puita ha:lla 8 740 kpl. Y l i k a s v o s: hyväkasvuista, tasaikäistä, täystiheää, solakkaa Mä, seassa joku Ko, ikä 85 v., pituus 20—22 m, läpim. 19—21 sm. puita ha:lla 1 024 kpl.

N:o 27. MT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, aikoinaan palanut, länteen viettävä rinne. A l i k a s v o s: harvanpuoleista, melkoisen hyväkasvuiselta vaikuttavaa, ikä 66 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—9 sm, puita ha:lla 5 440 kpl. Y l i k a s v o s solakkaa Mä, vallitseva ikä 72 v., pituus 19—20 m, läpim. 21 sm, puita ha:lla 632 kpl.

N:o 28. MT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, tuore kangas, vieressä hyväkasvuinen korpi. A l i k a s v o s: suhteellisen harva vaikuttaen hyväkasvuiselta, ikä 70 v., pituus 2—10 m, läpim. 1—11 sm, puita ha:lla 4 820 kpl. Y l i k a s v o s: solakkaa Mä, seassa joitakin Ko, ikä 82 v., pituus 18—20 m, läpim. 19—21 sm, puita ha:lla 712 kpl.

N:o 29. MT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen kangas, luultavasti aikoinaan kaskettu. Alikasvos: ei kovin tiheä, vaikuttaa epätasaiselta pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 50 v., pituus 1—9 m, läpim. 2—10 sm, puita ha:lla 5 320 kpl. Ylikasvos: tasaikäistä Mä, seassa vähän Ko, ikä 50 v., pituus 15 m, läpim. 15 sm, puita ha:lla 1 072 kpl.

N:o 30. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, hieman itään viettävä, isomman kankaan reuna. Alikasvos: tiheä varsinkin koealan alareunalla, ylempänä jonkunverran harvempaa, ikä 89 v., pituus 2—6 m, läpim. 1—7 sm, puita ha:lla 10 620 kpl. Ylikasvos: hoikanlaista Mä, seassa joku Ko, pari kulossa vahingoittunutta vanhaa Mä, ikä 90 v., pituus 14—16 m, läpim. 15—17 sm, puita ha:lla 576 kpl.

N:o 31. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, aikoinaan palanut, vieressä korpi. Alikasvos: verrattain tiheä, seassa joku kuusten kokoinen hoikka Mä, ikä 85 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—9 sm, puita ha:lla 8 880 kpl. Ylikasvos: harvakseltaan vanhoja jättöpuitten luontoisia Mä, seassa joku nuorempi Mä. Vanhoja maatuneita kantoja. Ikä 145 ja 85 v., pituus 19—20 m, läpim. 29—31 sm, puita ha:lla 136 kpl.

N:o 32. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, vieressä korpi. Alikasvos: hiukan epätasainen, ei kovin tiheä, ikä 80 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—9 sm, puita ha:lla 7 240 kpl. Ylikasvos: vanhaa, harvaa Mä, seassa vähän nuorempaa ikäluokkaa, ikä 140 v., pituus 22 m, läpim. 31 sm, puita ha:lla 184 kpl.

N:o 33. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Jokseenkin tasainen kangas, vieressä korpi. Alikasvos: ei ole kovin tiheätä, ikä 106 v., pituus 2—8 m, läpim. 2—9 sm, puita ha:lla 6 100 kpl. Ylikasvos: solakkaa, tasaikäistä, täystiheää Mä, ikä 106 v., pituus 21 m, läpim. 23—25 sm, puita ha:lla 736 kpl.

N:o 34. VT, $^1/_4$ ha, Loimolan hoitoalue. Matalan kumpumainen kangas, aikoinaan palanut. Alikasvos: tiheänlainen melkoisen tasainen, ikä 83 v., pituus 2—7 m, läpim. 1—7 sm, puita ha:lla 8 000 kpl. Ylikasvos: solakkaa, täystiheää Mä, ikä 95 v., pituus 18—20 m, läpim. 19—21 sm, puita ha:lla 900 kpl.

N:o 35. MT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen alavanlainen, aikoinaan palanut kangas, korvet ympärillä. Alikasvos: kohtalaisen tiheä, ei erikoisen tasainen pituuteen ja paksuuteen nähden, runsaanlaisesti alle 1.3 m, pituisia puita, ikä 79 v., pituus 2—7 m, läpim. 2—7 sm, puita ha:lla 7 700 kpl. Ylikasvos: solakkaa mäntyvaltaista sekametsää, sekapuina Ko ja vähän Ha, ikä 79 v., pituus 15—17 m, läpim. 13—15 sm, puita ha:lla 1 192 kpl.

N:o 36. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, aikoinaan palanut kangas. Alikasvos: ei kovin tiheä, erilaistunut pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 90 v., pituus 2—8 m, läpim. 2—10 sm, puita ha:lla 7 680 kpl. Ylikasvos: epätasaista keski-ikäistä Mä sekä joitakin vanhoja, palokoroisia Mä, ikä 93 ja n. 140 v., pituus 13 ja 21 m, läpim. 15 ja 35—37 sm, puita ha:lla 496 kpl.

N:o 37. MT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasaisesti viereisestä korvesta nouseva kangas, aikoinaan palanut. Alikasvos: suhteellisen hyväkasvuista, latvukset ulottuvat tavallista alemmaksi, tiheys ei ole kovin suuri, ikä 58 v., pituus 2—7 m, läpim. 1—7 sm, puita ha:lla 6 400 kpl. Ylikasvos: solakkaa tasaik. Mä, seassa joku Ko, Ha ja Le, ikä 63 v., pituus 16—18 m, läpim. 15—17 sm, puita ha:lla 624 kpl.

N:o 38. MT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Hieman pohjoiseen viettävä rinne, aikoinaan palanut tai kaskettu, vieressä kasvullinen korpi. Alikasvos: olosuhteisiin katsoen harvahko, ikä 74 v., pituus 2—9 m, läpim. 1—10 sm, puita ha:lla 4 840 kpl.

Y l i k a s v o s: harvahkoa, solakkaa Mä, vähän Ko ja laiteilla joku Le, ikä 74 v., pituus 19 m, läpim. 19—21 sm, puita ha:lla 576 kpl.

N:o 39. MT, $^1/_4$ ha, Loimolan hoitoalue. Itään viettävä kankaan rinne, aikoinaan palanut, korvet lähellä. A l i k a s v o s: olosuhteisiin katsoen harvaa, tiheämpää alareunalla, harvempaa yläreunalla, ikä 65 v., pituus 2—9 m, läpim, 2—10 sm, puita ha:lla 3 840 kpl. Y l i k a s v o s: tasaikäistä, solakkaa Mä, ja Ko, ikä 74 v.; pituus 17—18 m, läpim. 17—19 sm, puita ha:lla 716 kpl.

N:o 40. MT, $^1/_4$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen kangas, korvet molemmin puolin. A l i k a s v o s: ei erikoisen tiheä, erilaistunut pituuteen ja paksuuteen nähden, yleisvaikutus suhteellisen hyväkasvuinen, ikä 71 v., pituus 2—12 m, läpim. 1—13 sm, puita ha:lla 4 890 kpl. Y l i k a s v o s: tasaikäistä, solakkaa Mä, sekä joitakin Ko ja Le, ikä 80 v., pituus 19—20 m, läpim. 21—23 sm, puita ha:lla 592 kpl.

N:o 41. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, loivasti länteen viettävä rinne, A l i k a s v o s: hyvin tiheä, paikotellen »turkkimetsää», ikä 90 v., pituus 1—6 m, läpim. 1—6 sm, puita ha:lla 17 860 kpl. Y l i k a s v o s: harvahko Mä ja joitakin Ko, vanhoista, maatuneista kannoista päättäen metsikköä joskus hakattu, ikä 98 v., pituus 15—17 m, läpim. 19 sm, puita ha:lla 464 kpl.

N:o 42. VT, $^1/_4$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, korpi läheisyydessä. A l i k a s v o s: tiheänlainen ja yleisvaikutus tasainen, ikä 85 v., pituus 2—7 m, läpim. 1—7 sm, puita ha:lla 11 220 kpl. Y l i k a s v o s: jokseenkin täystiheää solakkaa Mä ja Ko, josta kuitenkin näyttää joskus hakatun isoja Mä, ikä 95 v., pituus 17—18 m, läpim. 21—23 sm, puita ha:lla 844 kpl.

N:o 43. MT, $^1/_4$ ha, Loimolan hoitoalue. Melkein tasainen kangas korpisoitten välissä. A l i k a s v o s: ei kovin tiheä, suhteellisen epätasainen pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 77 v., pituus 2—13 m, läpim. 1—14 sm, puita ha:lla 5 130 kpl. Y l i k a s v o s: solakkaa, tasaikäistä, kohtalaisen tih. Mä, seassa joku Ko, ikä 90 v., pituus 22 m, läpim. 23—25 sm, puita ha:lla 684 kpl.

N:o 44. OMT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, aikoinaan kaskettu, tuore kangas, koealan ulkopuolella kankaalla suurenlaisia kuusia. A l i k a s v o s: vaikuttaa hyväkasvuiselta, kohtalaisen tiheä, ikä 56 v., pituus 2—9 m, läpim. 1—10 sm, puita ha:lla 5 300 kpl. Y l i k a s v o s: harvanlaista, solakkaa, jotenkin tasaikäistä Ko, ikä 56 v., pituus 17 m, läpim. 17 sm, puita ha:lla 824 kpl.

N:o 45. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Matalan kumpumainen kangas, aikoinaan palanut. A l i k a s v o s: tiheä, vaikuttaa hidaskasvuiselta, ikä 95 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—9 sm, puita ha:lla 10 080 kpl. Y l i k a s v o s: täystiheä, tasaikäinen Mä, seassa Ko, ikä 97 v., pituus 16—18 m, läpim. 19—21 sm, puita ha:lla 992 kpl.

N:o 46. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, aikoinaan kaskettu kangas. A l i k a s v o s: jokseenkin tiheä, yleisvaikutukseltaan tasainen, ikä 93 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—8 sm, puita ha:lla 9 260 kpl. Y l i k a s v o s: harvahkoa ja jonkun verran epätasaista Mä, seassa vähän hoikkia Ko, ikä 97 v., pituus 15—17 m, läpim. 17—19 sm, puita ha:lla 600 kpl.

N:o 47. OMT, $^1/_4$ ha, Loimolan hoitoalue, »Kuhmuselkä.» Länteen heikosti viettävä tasainen kangas. A l i k a s v o s: reheväkasvuiselta vaikuttava, alas asti ulottuvat, kartiomaiset latvukset, ikä 52 v., pituus 2—10 m, läpim. 1—11 sm, puita ha:lla 5 460 kpl. Y l i k a s v o s: solakkaa, jokseenkin täystiheää Ko, joitakin Ha, ikä 65 v., pituus 18 m, läpim. 17 sm, puita ha:lla 1 180 kpl.

N:o 48. MT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, jokseenkin kivetön kangas, aikoi-

naan palanut. Alikasvos: ei kovin tiheä eikä erikoisemmin tasainen, ikä 90 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—9 sm, puita ha:lla 6 500 kpl. Ylikasvos: kookasta, melkein lakkapää-Mä, ikä 145 v., pituus 24 m, läpim. 33 sm, puita ha:lla 416 kpl.

N:o 49. MT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Hieman etelään viettävä, vähäkivinen kangas, aikoinaan palanut. Alikasvos: vaikuttaa jokseenkin tiheältä, mutta ei erikoisen tasaiselta pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 93 v., pituus 2—10 m, läpim. 1—11 sm, puita ha:lla 9 580 kpl. Ylikasvos: täystiheää mäntyvalta-sekametsää, sekapuuna Ko ja joku Ha, ikä 93 v., pituus 18 m, läpim. 21—23 sm, puita ha:lla 824 kpl.

N:o 50. OMT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, tuore kangas. Alikasvos: tiheänlainen, suhteellisen hyväkasvuiselta vaikuttava, ikä 66 v., pituus 2—11 m, läpim. 1—12 sm, puita ha:lla 5 980 kpl. Ylikasvos: solakkaa, täystiheää Ko, sekä pari kolme hyvin vanhaa Mä, ikä 66 v., pituus 18 m, läpim. 15—17 sm, puita ha:lla 1 640 kpl.

N:o 51. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, joskin suhteellisen kivinen, aikoinaan palanut kangas. Alikasvos: keskulaisen tiheä, verrattain vapaa ylikasvoksen varjostuksesta, ikä 93 v., pituus 2—7 m, läpim. 1—9 sm, puita ha:lla 9 240 kpl. Ylikasvos: aikoinaan harvaksi hakattua Mä, jota on kahta ikäluokkaa, 113 ja n. 150 v., pituus 16 ja 20 m, läpim. 11—15 ja 27—29 sm, puita ha:lla 176 kpl. Koealalla vanhoja, sammaloituneita kantoja ja maassa olevia isoja runkoja 38 kpl.

N:o 52. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Tasainen, suojattu, korpien ympäröimä kangas. Alikasvos: tiheä, hidaskasvuiselta vaikuttava, ikä 90 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—10 sm, puita ha:lla 11 960 kpl. Ylikasvos: täystiheä, tasaikäinen Mä, seassa joku Ko, ikä 93 v., pituus 15—17 m, läpim. 15—17 sm, puita ha:lla 840 kpl.

N:o 53. VT, $^1/_8$ ha, Loimolan hoitoalue. Suojattu, tasainen, aikoinaan palanut kangas. Alikasvos: tiheä, osittain ryhmittäin esiintyvä, ikä 90 v., pituus 2—7 m, läpim. 1—8 sm, puita ha:lla 13 040 kpl. Ylikasvos: solakkaa, tasaikäistä Mä, vähän Ko ja joitakin hyvin vanhoja, keloutuvia Mä. Metsiköstä hakattu suuria puita useita vuosikymmeniä sitte, ikä 93 v., pituus 14—15 m, läpim. 15—17 sm, puita ha:lla 936 kpl.

N:o 54. VT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Tasainen, aikoinaan palanut kangas. Alikasvos: tiheä, yleisvaikutukseltaan hidaskasvuinen, ikä 85 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—8 sm, puita ha:lla 13 620 kpl. Ylikasvos: vanhoja, palokoroisia, lakkapää-Mä, ikä 160 v., pituus 19—20 m, läpim. 25—31 sm, puita ha:lla 472 kpl.

N:o 55. MT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Tasainen, aikoinaan palanut kangas. Alikasvos: ei ole erikoisen tiheä, erilaistunut pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 91 v., pituus 2—9 m, läpim. 1—10 sm, puita ha:lla 7 420 kpl. Ylikasvos: vanhaa lakkapää-Mä sekä nuoremman ikäluokan Mä, seassa hoikkaa Ko, ikä 95 ja 154 v., pituus 13—14 m ja 20 m, läpim. 11—15 ja 27—31 sm, puita ha:lla 624 kpl.

N:o 56. MT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Jokseenkin kivetön, tasainen kangas, vieressä huonokasvuinen korpi. Alikasvos: tyypillisen tiheä, ikä 66 v., pituus 2—9 m, läpim. 1—10 sm, puita ha:lla 8 040 kpl. Ylikasvos: kahta ikäluokkaa olevaa Mä, seassa vähän Ko, ikä 93 ja 150 v., pituus 11—20 m, läpim. 13—23 sm, puita ha:lla 624 kpl.

N:o 57. VT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Suojattu, korpien välissä oleva tasainen kangas. Alikasvos: tiheä, vaikuttaa hidaskasvuiselta, ikä 93 v., pituus 2—9 m, läpim. 1—8 sm, puita ha:lla 12 240 kpl. Ylikasvos: solakkaa Mä, seassa joku Ko ja pari vanhaa palokoroista Mä, ikä 93 v., pituus 16—18 m, läpim. 19—21 sm, puita ha:lla 616 kpl.

N:o 58. VT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Aikoinaan palanut, jokseenkin kivetön kangas. A l i k a s v o s: tiheä ja kohtalaisen tasainen, ikä 87 v., pituus 2—7 m, läpim. 1—7 sm, puita ha:lla 15 860 kpl. Y l i k a s v o s: kookasta, tasaikäistä, osittain palokoroista Mä, seassa joku hoikanlainen Ko, ikä 157 v., pituus 22—23 m, läpim. 29—31 sm, puita ha:lla 440 kpl.

N:o 59. VT, $^1/_4$ ha, Annantehtaan metsät. Hieman itään viettävä kangas, muuten tasainen ja suhteellisen vähäkivinen. A l i k a s v o s: tasaiselta vaikuttava, keskulaisen tiheä, ikä 82 v., pituus 2—7 m, läpim. 1—8 sm, puita ha:lla 8 600 kpl. Y l i k a s v o s: jokseenkin täystiheää, tasaikäistä, komeata, sahapuun kokoista Mä, ikä 160 v., pituus 21—23 m, läpim. 29—31 sm, puita ha:lla 396 kpl.

N:o 60. VT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Suojattu, tasainen, aikoinaan palanut kangas. A l i k a s v o s: tiheä ja suhteellisen tasainen, ikä 82 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—8 sm, puita ha:lla 11 040 kpl. Y l i k a s v o s: komeata, täystiheää Mä, ikä 155 v., pituus 22—23 m, läpim. 29—31 sm, puita ha:lla 504 kpl.

N:o 61. VT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Tasainen, aikoinaan palanut kangas. A l i k a s v o s: kohtalaisen tiheä ja yleisvaikutukseltaan jokseenkin tasainen, ikä 89 v., pituus 2—7 m, läpim. 1—7 sm, puita ha:lla 9 720 kpl. Y l i k a s v o s: harvanlaista, vanhaa, kookasta Mä, vähän nuorempaa Mä ja joku Ko, ikä 156 v., pituus 22 m, läpim. 35—37 sm, puita ha:lla 312 kpl.

N:o 62. MT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Tasainen, aikoinaan palanut kangas. A l i k a s v o s: keskulaisen tiheä, ikä 94 v., pituus 2—9 m, läpim. 1—10 sm, puita ha:lla 8 940 kpl. Y l i k a s v o s: solakkaa Mä, sekä hoikkaa Ko, seassa joku Ha, pari vanhaa-Mä-jättöpuuta, ikä 94 v., pituus 17—18 m, läpim. 21—23 sm, puita ha:lla 464 kpl.

N:o 63. VT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Tasainen, jokseenkin kivetön, aikoinaan palanut kangas. A l i k a s v o s: tiheä ja hidaskasvuiselta vaikuttava, ikä 84 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—8 sm, puita ha:lla 14 560 kpl. Y l i k a s v o s: solakkaa, harvanlaista Mä, seassa joitakin Ko, pari vanhaa Mä-jättöpuuta, ikä 87 v., pituus 12—14 m, läpim. 13—15 sm, puita ha:lla 440 kpl.

N:o 64. MT, $^1/_8$ ha, Annantehtaan metsät. Tasainen, aikoinaan kaskettu kangas. A l i k a s v o s: hyvin tiheä ja tasainen, ikä 48 v., pituus 2—6 m, läpim. 1—7 sm, puita ha:lla 20 840 kpl. Y l i k a s v o s: tasaikäinen, harvahko Ko, seassa vähän Mä, ikä 50 v., pituus 11—13 m, läpim. 11—13 sm, puita ha:lla 480 kpl.

N:o 65. MT, $^1/_8$ ha, Korpiselän hoitoalue. Suojattu tasainen, aikoinaan kaskettu kangas. A l i k a s v o s: tiheä ja tasaiselta vaikuttava, ikä 92 v., pituus 2—8 m, läpim. 1—8 sm, puita ha:lla 14 760 kpl. Y l i k a s v o s: solakkaa, tasaikäistä, täystiheää Mä, seassa vähän Ko ja Ha, ikä 97 v., pituus 18—20 m, läpim. 19—23 sm, puita ha:lla 992 kpl.

N:o 66. MT, $^1/_8$ ha, Korpiselän hoitoalue. Tasainen, jokseenkin kivinen, aikoinaan palanut kangas. A l i k a s v o s: kookkaanlaista, keskulaisen tiheää, ikä 88 v., pituus 2—10 m, läpim. 1—11 sm, puita ha:lla 7 900 kpl. Y l i k a s v o s: epätasaista, Mä ja Ko, seassa joku Ha, ikä 98 v., pituus 19—20 m, läpim. 21—23 sm, puita ha:lla 536 kpl.

N:o 67. OMT, $^1/_8$ ha, Korpiselän hoitoalue. Loiva, kivinen etelärinne. A l i k a s v o s: harvahko, hyväkasvuinen, ikä 68 v., pituus 2—11 m, läpim. 1—12 sm, puita ha:lla 3 120 kpl. Y l i k a s v o s: solakkaa pitkää, tasaik. Ko, seassa Ha, ikä 70 v., pituus 20 m, läpim. 17—19 sm, puita ha:lla 720 kpl.

N:o 68. MT, $^1/_8$ ha, Korpiselän hoitoalue. Tasainen, hyvin kivinen, alava kangas, aikoinaan palanut. A l i k a s v o s: keskulaisen tiheä, erilaistunut melkoisesti pituu-

teen ja paksuuteen nähden, ikä 87 v., pituus 2—11 m, läpim. 1—11 sm, puita ha:lla 8 060 kpl. Ylikasvos: solakkaa, jokseenkin tiheää Ko, seassa lahovikaisia Ha, ja vähän Mä, ikä 97 v., pituus 15—16 m, läpim. 13—15 sm, puita ha:lla 904 kpl.

N:o 69. VT, $^1/_8$ ha, Korpiselän hoitoalue. Kapea vierinkiviharju, »särkkä», toisella puolella korpi, toisella avonainen räme. Alikasvos: tiheä ja tasainen, ikä 95 v., pituus 2—9 m, läpim. 1—9 sm, puita ha:lla 14 680 kpl. Ylikasvos: solakkaa, tasaikäistä Mä, seassa Ko, ikä 96 v., pituus 14—16 m, läpim. 17—19 sm, puita ha:lla 752 kpl.

N:o 70. OMT, $^1/_8$ ha, Korpiselän hoitoalue. Pohjoiseen viettävä, melkoisen kivinen, loiva rinne. Alikasvos: harvanlainen ja melkoisesti erilaistunut pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 41 v., pituus 2,5—11 m, läpim. 1—14 sm, puita ha:lla 3 504 kpl. Ylikasvos: epätasaista, harvaa Ko, hakattu n. 10 v. sitten (v:sta 1926 lukien), ikä 41 v., pituus 13—17 m, läpim. 15—21 sm, puita ha:lla 312 kpl.

N:o 71. OMT, $^1/_8$ ha, Korpiselän hoitoalue. Tasainen, jokseenkin kivetön kangas, kasvullinen korpi vieressä. Alikasvos: ollut aikoinaan jokseenkin tiheä, mutta sitä on harvennettu kesällä 1918, ikä 44 v., pituus 2,5—10 m, läpim. 2—11 sm, puita ha:lla 3 952 kpl. Ylikasvos: täystiheää, tasaikäistä, solakkaa Ko, ikä 44 v., pituus 15—17 m, läpim. 13—15 sm, puita ha:lla 1 776 kpl.

N:o 72. OMT, $^1/_8$ ha, Korpiselän hoitoalue. Jokseenkin tasainen, kivetön, tuore kangas, vieressä kasvullinen korpi. Alikasvos: epätasainen pituuteen ja paksuuteen nähden, ikä 44 v., pituus 2,5—11 m, läpim. 2—13 sm, puita ha:lla 3 056 kpl. Harvennettu kesällä 1918. Ylikasvos: solakkaa Ko, seassa Mä ja joku Ha, ikä 44 v., pituus 14—15 m, läpim. 17—19 sm, puita ha:lla 712 kpl.

N:o 73. MT, $^1/_{8.33}$ ha, Korpiselän hoitoalue. Pohjoiseen viettävä, epätasainen kangas. Alikasvos: epätasaista, harvanlaista, ikä 67 v., pituus 2—12 m, läpim. 1—15 sm, puita ha:lla 3 415 kpl. Ylikasvos: harvassa solakkaa Mä ja vähän Ko, ikä 75 v., pituus 18 m, läpim. 19—21 sm, puita ha:lla 608 kpl.

PINTAKASVILLISUUS.

Metsän vaikutus pintakasvillisuuteen on, kuten tunnettua, hyvin suuri. Jo kauan aikaa sitten on tämä seikka kiinnittänyt sekä botanistien että metsätieteilijöiden huomion puoleensa. Niinpä huomauttaa etevä kasvimaantieteilijämme NORRLIN (1871), että maa (Äänisen Karjalassa) kuusimetsissä on hyvin runsaan *Hylocomium proliferum*in peitossa. Mustikkaa ja puolukkaakin saattaa olla runsaanlaisesti, mutta ruohoja on yleensä vähän. HULTIN (1885) mielestä ei mikään puulaji kykene pikemmin kuin kuusi poistamaan alalta valoa vaativia ruohoja. Kuusimetsissä onkin sammal hyvin tiheä kun sensijaan ruohoja on vähän ja ne mitä on, ovat usein steriliä. Samaan suuntaan käyvät BLOMQVISTin havainnot (1891) mainitessaan kuusikoiden rehevästä *Hylocomium*-peitteestä. Joskus saattaa BLOMQVISTin mukaan varjostus olla niin suuri, että sammaltenkin esiintyminen estyy. (Vrt. myös CIESLAR, 1906).[1]

[1] Huomautettakoon tässä, että yllämainitut havainnot koskevat etupäässä kangasmetsiä ja huononpuoleisia lehtoja.

Sen jälkeen kun Cajander meillä oli kehittänyt tunnetun metsätyyppijärjestelmänsä ja kun pintakasvillisuuden lähempi analysoiminen metsätyyppejä määrättäessä muuttui ensiarvoiseksi tekijäksi, tuli erinomaisen tärkeäksi tuntea myöskin metsikön tiheyden ja puulajien vaikutus kasvipeitteen luonteeseen. Tätä koskevat tutkimukset ovat senvuoksi erikoisesti meillä laajat ja perusteelliset.

Pintakasvillisuus vaihtelee, huomauttaa Cajander (1909), metsän eri iällä. Kuivilla kankailla esim. on riukuiällä runsaasti *Hylocomium parietinum*ia. Puulajilla on myöskin oma vaikutuksensa. Niinpä on (Evolla) kuivien kankaiden kuusikoissa vähemmän jäkälää ja kanervaa, sitävastoin enemmän sammalia kuin mäntymetsissä samanlaisilla mailla. Pintakasvillisuus vaihtelee kuusikoissa, taimi-, riuku- ja hakkuuiällä (Cajander, 1922), eli kuusikoissa samoin kuin metsiköissä yleensä sulkeutuneisuuden mukaan (Cajander und Ilvessalo, Y. 1921). Erittäinkin on painostettu juuri sammalten valta-asemaa tiheissä metsissä ja ruohojen puuttumista vastaavassa määrässä. Tämä on yleinen ilmiö ei ainoastaan Suomen mantereella (vrt. m.m. Linkola, 1916; Kujala, 1921 ja 1926 b; Ilvessalo, Y., 1922; Heikinheimo, 1922; Hildén, 1926; Tikka, 1928) vaan myöskin esim. Ahvenanmaalla. Palmgrénin (1922 a ja 1922 b) mukaan on Ahvenanmaan havumetsissä hyvin runsaasti *Hylocomium*ia. Tämän muodostama peite voi olla satoja metrejä niin yhtäjaksoinen, että vain siellä täällä havaitaan joitakin varpuja ja ruohoja. Metsissä, joissa sammal on yhtäjaksoinen, huomautta Palmgren (1922 b, s. 50), ei metsätyypin määrääminen yksistään pintakasvillisuuden perusteella ole mikään helppo asia. Toisin paikoin saattaa tiheissä kuusikoissa neulaskarikkeet tukahduttaa sammalenkin kasvun. Samansuuntaisia mainintoja runsaan sammalen esiintymisestä kuusikoissa tavataan paljon myös saksalaisessa ja ruotsalaisessa kirjallisuudessa. Tässä yhteydessä mainittakoon m.m. Schiffelin (1906), Wiedemannin (1924), Rubnerin (1925), Lundegårdhin (1925)[1] ja Hesselmannin (1926 a) teokset.

Niinkuin myöhemmin erikoiskäsittelystä käy selville, ovat kuusialikasvokset Raja-Karjalassa yleensä tiheitä, jopa monessa tapauksessa

[1] Lundegårdhin (1925, s. 237) mukaan podsolimaiden luonne myös vaikuttaa pintakasvillisuuden kokoonpanoon. Ravinnon vähäisyyden takia katoavat sellaiset vaateliaat kasvit, joiden on otettava ravintonsa pintakerroksesta. Jälelle jäävät etupäässä oligotrafentiset monivuotiset heinät ja ruohot (*Aira fleuxuosa*, *Festuca ovina*, *Molinia coerulea*, *Pyrola*, *Monotropa*, *Majanthemum*, *Goodyera repens*, *Trientalis europaea* y.m.), lukuisat sammaleet (*Hylocomium*, *Polytrichum* y.m.) varvut (*Calluna*, *Vaccinium*, *Myrtillus*, *Empetrum*) ja kuivemmille paikoille jäkälät.

erittäin tiheitä. Tämä seikka ei luonnollisesti ole voinut olla vaikuttamatta pintakasvillisuuden kehittymiseen määrättyyn, tiheille metsiköille ominaiseen suuntaan. Ennenkaikkea näkyy tämä seinäsammalten runsaassa esiintymisessä. Melkein kaikkialla kuusialikasvoksissa on *Hylocomium*-peite aivan yhtäjaksoinen, kauniin mattomainen. Kun metsämaiden kivisyys on verraten vähäinen tai ovat kivet suhteellisen pieniä, ulottuu sammalmatto usein yhtäjaksoisena kivien, samoin kuin kantojen ja maahan kaatuneiden, lahoavien puunrunkojen yli. Sen kokoomuksessa on kuitenkin havaittavissa eroa eri metsätyypeillä. Käenkaalimustikkatyypillä, jota tavataan tuoreimmilla mailla, on *Hylocomium triquetrum*ia runsaanlaisesti. *H. parietinum* ja *H. proliferum* ja niiden ohella *Ptilium crista castrensis* ja *Dicranum*-lajit ovat kuitenkin ylimalkaan enemmistönä. Mustikkatyypillä *H. triquetrum*in esiintyminen on heikompaa, mutta kuitenkin verraten yleistä. Ainoastaan muutamilla koealoilla sitä ei ole lainkaan merkitty. Muiden seinäsammalien osuus on sitävastoin hyvin suuri. *H. proliferum* ja *H. parietinum* muodostavat tällä varsinaisen sammalpeitteen. Tavallisesti on molempia jokseenkin yhtä paljon, keskimäärin ehkä edellistä enemmän. *Ptilium crista castrensis* ja *Dicranum*-lajit, enimmän *D. undulatum*ia, ovat aina *Hylocomium*in ohella yleisiä sammalpeitettä muodostamassa. Puolukkatyypillä ei *H. triquetrum*ia ole kuin aivan satunnaisesti joissakin tuoreimmissa painanteissa. *H. proliferum*ia ja *H. parietinum*ia on runsaasti, jälkimmäistä ehkä keskimäärin enemmän. Muuten ei sammalpeitteen laatu suuresti eroa mustikkatyypistä ellei ehkä kuivemman yleisvaikutuksen puolesta, mihin vaikuttaa paljon *H. triquetrum*in puuttuminen ja jäkälien (*Peltidea aphthosa*) läsnäolo.[1] [2]

Rehevän sammalpeitteen ohella on heiniä ja ruohoja hyvin niukasti. Laajoilla aloilla ei niitä ole ollenkaan tai esiintyvät ne niin harvassa, etteivät riitä antamaan erikoista omaa leimaansa pintakasvillisuudelle. Tässäkin suhteessa on kuitenkin havaittavissa eroa eri metsätyypeillä.

---

[1] Eräillä aikoinaan kasketuilla koealoilla suhteellisen harvan alikasvoksen ohella saattaa sammalpeite olla vaillinaisemmin kehittynyt. Esimerkkeinä mainittakoon m.m. koealat n:o 8, 20 ja 71.

[2] Vaikkakin sammalpeite näissä kuusialikasvoksissa on yhtäjaksoinen ja suhteellisen rehevästi kehittynyt, ei maita sentään voida pitää pohjois-suomalaiseen paksu-sammaltyyppiin kuuluvina. Maat eivät yleensä vaikuta soistuvilta. Tuoreimmilla koealoilla, varsinkin silloin kun koealan laita sattuu lähelle korpea tai sillä on painanteita, joilla maa pysyy tuoreempana, voi olla *Polytrichum commune*a, mutta tämä ei tavallisesti riitä antamaan alalle yleistä, soistuvaa sävyä.

KASVILUETTELO. — *PFLANZENVERZEICHNIS.*

Koealan *Probefläche* — metsätyyppi *Waldtypus*	n:o *Nr*	*Cladina silvatica*	*Cl. rangiferina*	*Cladonia sp.*	*Stereocaulon paschale*	*Cetraria islandica*	*Peltidea aphtosa*	*Peltigera sp.*	*Hylocomium triquetrum*	*H. parietinum*	*H. proliferum*	*Ptilium crista castrensis*	*Dicranum undulatum*	*Dicranum sp.*	*Polytrichum juniperinum*	*P. commune*	*Agrostis vulgaris*	*Calamgr. arundin. incl. epig.*	*Aira flexuosa*	*A. caespitosa*	*Luzula pilosa*	*Phegopteris dryopteris*	*Pteris aquilina*	*Lycopodium annotinum*	*L. clavatum*	*L. complanatum*	*Majanthemum bifolium*	*Convallaria majalis*	*Goodyera repens*
OMT	8	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3	—	3	—	—	—	—	2	1	1	—	—	2	1	—	—	3	2	—
»	19	—	—	—	—	—	—	—	1–2	6	6	1	3	—	—	2	—	2	2	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	20	—	—	—	—	—	—	—	4	5	4	—	3	—	—	2	—	3	2	1	2	—	—	—	—	—	3	3	—
»	44	—	—	—	—	—	—	—	5	6	7	—	—	—	—	5	—	5	4	—	—	—	—	3	—	—	6	4	—
»	47	—	—	—	—	—	—	—	6	6	7	3	5	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	4	5	—
»	50	—	—	—	—	—	—	—	4	5	6	4	3	—	—	4	—	2	2	2	—	—	—	2	—	—	4	3	—
»	67	—	—	—	—	—	—	—	5–6	6	6	4	3	—	—	3–5	—	2	—	—	—	1	—	2–3	—	1	—	—	—
»	70	—	—	—	—	—	—	—	7	4	5	2	5–6	—	—	2	—	2–3	2–4	1	2	—	2	1–2	—	—	—	—	—
»	71	—	—	—	—	—	—	—	2	4	4–5	2	3	—	—	3	1	2	—	1	—	—	—	2	—	—	—	—	—
»	72	—	—	—	—	—	—	—	3–4	6	5–6	4	5	—	—	3	2	2	3	—	—	—	—	3–4	—	—	—	—	—
MT	1	—	—	—	—	—	—	—	—	8–9	6	2	—	—	—	1	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	2	—	—	—	—	—	—	—	—	7	7	5	3	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—
»	7	—	—	—	—	—	—	—	—	7	6	3	2	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	—	—	2	—	—	2
»	9	—	—	—	—	—	—	—	—	6	4	—	2	—	—	—	—	3	2	—	—	—	—	—	—	—	2	4	—
»	13	—	—	—	—	—	1[2]	—	1–2	8	6	4	—	—	—	4	—	—	2	—	1	—	—	2	—	1	2	3	2
»	14	1[2]	1[2]	—	—	1[2]	3[2]	—	1	8	7	4	3	—	1	—	—	3	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
»	15	—	—	—	—	—	—	—	1–2	7	4	2	2	—	—	—	—	3	1	—	1	—	—	—	—	—	2	3	2
»	16	—	—	—	1[2]	1[2]	—	—	1	8	7	3	2	—	—	—	—	1–2	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
»	17	—	—	—	—	—	—	—	1–2	7	5	2	2	—	—	1	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
»	18	—	—	—	—	—	—	—	2	7	4	2	4	—	—	2	—	2	2	1	—	—	—	—	(1)	—	—	2	—
»	21	—	—	—	—	1[2]	—	—	—	6	9	4	5	—	—	1	—	3	—	—	—	—	—	2	—	2	1	—	—
»	22	—	—	—	—	—	1[2]	—	—	8	6	3	3	—	—	—	—	4	2	—	1	—	—	2	—	1	—	2	1
.	23	—	—	—	—	—	1[2]	—	—	8	7	—	3	—	—	2	—	3	3	—	—	—	—	2	—	2	—	2	2
»	24	—	—	—	—	—	—	—	—	7	8	4	2	—	—	1–2	—	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2
»	26	—	—	—	—	—	—	—	—	7	6	2	2	—	—	3	—	4–5	3	—	1	—	—	1	—	2	—	3	—
»	27	—	—	—	—	—	—	—	2	7	8	4	1	—	—	—	—	4	—	—	—	—	—	2	—	1	3	4	—
»	28	—	—	—	—	—	—	—	2	7	8	3	2	—	—	—	—	6	1	—	—	—	—	1	—	1	5	2	—
»	29	1[2]	—	—	—	—	—	—	1	8	5	—	2	1	—	2	—	4	2	—	1	—	—	1	—	—	4	2	—
»	35	—	—	—	—	—	—	—	2	7	8	6	5	—	—	4	—	6	3	—	1	—	—	1	—	4	3	4	—
»	37	—	—	—	—	—	—	—	2	4	7	2	5	—	—	4	—	8	4	—	—	—	—	2	—	2	5	2	—
»	38	—	—	—	—	—	—	—	3	8	7	6	5	—	—	4	—	6	4	—	—	—	—	3	—	4	5	4	—
»	39	—	—	—	—	—	—	—	2	7	7	5	4	—	—	2	—	6	2	—	—	—	—	3	—	4	2	1	—
»	40	—	—	—	—	—	—	—	—	7	8	7	6	—	—	2	—	5	5	—	—	—	—	1	—	1	4	2	—
»	43	—	—	—	—	—	—	—	2	7	8	6	5	—	—	—	—	6	4	—	—	—	—	2	—	3	5	2	—
»	48	—	—	—	—	—	—	—	2	6	9	4	5	—	—	2	—	6	5	—	—	—	—	2	—	2	3	4	—
»	49	—	—	—	—	1[2]	—	—	1	6	9	4	5	—	—	1	—	4	3	—	—	—	—	2	—	—	3	1	1

[1] Sulkumerkeissä oleva luku osoittaa, että esiintyminen on satunnainen. — [2] Esiintyy kannoilla ja kivillä. — [3] Pieniä, varpujen kokoisia tai joskus vähän suurempia, kuitenkin pa-

Rubus saxatilis	Potentilla tormentilla	Lathyrus pratensis	Geranium silvaticum	Viola canina	V. Riviniana	Epilobium angustifolium	Angelica silvestris	Pyrola minor	P. chlorantha	P. media	P. uniflora	P. secunda	Trientalis europaea	Melampyrum pratense	M. silvaticum	Linnaea borealis	Solidago virgaurea	Antennaria dioeca	Hieracium sp.	Empetrum nigrum	Calluna vulgaris	Vaccinium vitis idaea	Myrtillus nigra	Juniperus communis [3]	Salix sp. [3]	Sorbus aucuparia [3]	Alnus incana [3]
—	1–2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—
4	—	—	—	—	—	—	—	1–2	—	—	—	—	3	—	—	2	2	—	—	—	—	3	5	—	—	—	—
4	—	—	—	—	1	—	1	2	—	—	—	3	—	—	—	1	3	—	—	—	—	3	4	—	—	—	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1	—	3	—	2	—	—	—	—	3	5	—	—	2	—
—	—	—	2	3	—	—	—	—	—	—	2	3	1	—	2	2	3	—	—	—	—	3	5	—	—	2	—
2	—	—	2	2	—	—	—	—	—	—	—	3	(1)[1]	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4–5	—	—	—	—	3	—	—	—	—	1–2	4	—	—	—	—
1–2	—	—	2	—	—	—	1–2	1	3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2–3	4–5	—	—	—	—
—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	2	—	2	—	—	—	—	2	3	—	—	—	—
—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	3–4	—	—	2	—	2	—	—	—	—	3	4–6	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	(1)	—	—	—	—	4	5–6	(1)	—	(1)	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	4	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	3	—	—	1	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	2–3	—	—	—	—	3	4	—	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1	—	3	3	—	—	—	—	2	5	—	1	2	—
1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	6	5	—	—	2	—
3	—	—	—	1	—	1	1	4	1	—	—	1	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	3	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	3	—	—	—	—
5	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	(1)	2	(1)	—	—	—	3	5	—	—	2	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1–2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	2	3	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	3	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	3	4	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1–2	—	—	—	—	—	—	3	2	—	—	—	—	3	4	—	—	1	—
1	—	—	—	—	—	—	1	—	1–2	—	—	—	1–2	—	—	3	3	—	—	1	(1)	4	5	2–3	—	2	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1–2	1	—	—	1	(1)	3	—	—	—	—	2	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	—	—	2	2	3	—	1	—	—	3	6	—	—	—	—
4	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	2	—	—	—	—	—	1	4	5	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	4	6–7	—	—	—	—
4	2	—	—	—	—	3	2	—	1	1	—	2	2	3	—	2	3	1	1	—	—	2–3	7	—	—	—	—
—	2	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	3	4	1	—	—	—	4	5	—	—	2	—
3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	2	1	—	3	3	4	2	—	—	—	4	6	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	3	—	2	2	3	1	—	—	—	4	6	—	—	2	2
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	3	1	—	—	—	3	4	—	—	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	4	6	—	—	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	3	4	3	—	—	—	—	4	3	—	—	—	—

remmin pintakasvillisuuteen kuin metsikköön kuuluvia. Luetteloon ei ole otettu vähäisessä määrässä esiintyviä harvinaisempia sammalia ja jäkäliä.

KASVILUETTELO. — *PFLANZENVERZEICHNIS.*

Koealan *Probefläche* — metsätyyppi *Waldtypus*	n:o *Nr*	*Cladina silvatica*	*Cl. rangiferina*	*Cladonia sp.*	*Stereocaulon paschale*	*Cetraria islandica*	*Peltidea aphthosa*	*Peltigera sp.*	*Hylocomium triquetrum*	*H. parietinum*	*H. proliferum*	*Ptilium crista castrensis*	*Dicranum undulatum*	*Dicranum sp.*	*Polytrichum juniperinum*	*P. commune*	*Agrostis vulgaris*	*Calamgr. arundin. incl. epig.*	*Aira flexuosa*	*A. caespitosa*	*Luzula pilosa*	*Phegopteris dryopteris*	*Pteris aquilina*	*Lycopodium annotinum*	*L. clavatum*	*L. complanatum*	*Majanthemum bifolium*	*Convallaria majalis*	*Goodyera repens*
MT	55	—	—	—	—	—	1^2	—	1	6	9	5	4	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	—	—	2–3	—	1	2
»	56	—	—	—	—	—	—	—	3	7	7	6	6	—	—	2	—	6	4	—	—	—	—	4	—	4	4	3	—
»	62	—	—	—	—	—	—	—	—	9	6	5	5	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	1	—	2	—	—	1
»	64	1^2	1^2	—	—	—	1^2	—	2	6	7	5	4	—	—	2	—	3	1–2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
»	65	—	—	—	—	—	1^2	—	2	6	8	5	4	—	—	3	—	2	1–2	—	—	—	—	3	—	2	1	1	—
»	66	—	—	—	—	—	1^2	—	1–2	6	8	5	4	—	—	2–3	—	3–4	3	—	1	—	—	1–2	—	1–2	—	1	—
»	68	—	—	—	—	—	—	—	2	6	9	3	3	—	—	2–5	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	1
»	73	—	—	—	—	—	—	—	2	7	7–8	4	5	—	—	3	—	3–4	3–4	—	—	—	1–2	2–4	—	—	—	—	—
VT	3	2	—	—	—	—	1	—	—	6	7	4	2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	(1)
»	4	2	—	—	—	1	1	—	—	7	3	2	3	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1
»	5	1	1	—	1	—	1	—	—	7	4	—	2	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	6	2	2	—	—	—	2	—	—	9	6	(1)	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	10	—	—	—	—	—	1	—	—	5	4	3	1	—	—	2	—	2–3	1	—	—	—	—	1	—	1	2	—	—
»	11	1	1	—	—	—	2	—	(1)	8	1	4	3	—	—	—	—	2	1	—	—	—	—	(1)	—	1	(1)	1	(1)
»	12	3	3	—	—	1	5	1	—	8	3	2	2	—	—	—	—	3	—	—	1	—	—	—	—	—	2	2	1
»	25	2	3	—	—	1–2	2	—	—	8	6	5	—	—	—	—	—	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
»	30	3	2	—	—	—	—	—	—	9	2	1	—	1	—	—	—	3	4	—	—	—	—	2	—	2	(1)	2	—
»	31	2	—	—	—	—	2	—	—	8	7	4	—	2	—	—	—	5	4	—	—	—	—	1	—	1	2	1	—
»	32	2	—	—	—	—	2	—	—	8	6	1	4	—	—	—	—	5	4	—	—	—	—	1	—	2	—	—	1
»	33	1	—	—	—	1	1	—	—	8	7	4	4	—	2	—	—	5	2	—	—	—	—	—	—	2	2	1	1
»	34	—	—	—	—	2	2	—	—	9	5	5	5	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—	—	—	3	1	—	—
»	36	1	3	—	—	—	2	—	—	9	6	6	5	—	—	—	—	4	3	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
»	41	2	1	—	—	—	3	—	—	8	7	5	5	—	—	(1)	—	4	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
»	42	2	—	—	—	2	2	—	(1)	9	6	4	5	—	—	—	—	6	4	—	—	—	—	1	—	1	—	—	1
»	45	—	—	—	—	—	—	—	(1)	9	6	4	5	—	—	—	—	3	3	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—
»	46	3	2	2	—	2	3	—	—	8	7	6	4	—	—	—	—	4	3	—	—	—	—	1	—	3	—	2	—
»	51	3	5	—	—	3	2	—	—	9	6	2	3	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—	—	—	2	1	2	—
»	52	2	—	—	—	—	—	—	—	9	6	6	5	—	—	—	—	3	4	—	—	—	—	3	—	—	1	(1)	—
»	53	3	3	—	—	—	2	—	—	9	6	5	4	—	—	—	—	5	4	—	—	—	—	2	—	—	1	1	—
»	54	4	3	—	—	—	2	—	—	10	4	5	5	—	—	—	—	3	4	—	—	—	—	2	—	—	2	2	1
»	57	3	3	—	—	3	2	—	(1)	9	6	6	5	—	—	—	—	2	4	—	—	—	—	2	—	2	1	1	1
»	58	2	3	—	—	—	—	—	—	9	6	5	5	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	1
»	59	2	3	—	—	—	—	—	—	9	6	6	6	—	—	—	—	2	4	—	—	—	—	3	—	3	3	2	1
»	60	—	1	—	—	—	—	—	—	9	6	5	4	—	—	—	—	1	4	—	—	—	—	3	—	2	2	2	1
»	61	—	2	—	—	2	1	—	(1)	8	6	6	5	—	—	—	—	—	4	—	—	—	—	1	—	2	(1)	—	1
»	63	2	3	1–2	—	1–2	2	—	—	8	6	5	5	—	—	(1)	—	2	4	—	—	—	—	—	—	2	—	(1)	—
»	69	—	—	—	—	—	2	—	—	9	5	2	1–2	—	—	—	—	1	1	—	—	—	3	—	2	—	—	3	—

Rubus saxatilis	Rotentilla tormentilla	Lathyrus pratensis	Geranium silvaticum	Viola canina	V. Riviniana	Epilobium angustifolium	Angelica silvestris	Pyrola minor	P. chlorantha	P. media	P. uniflora	P. secunda	Trientalis europaea	Melampyrum pratense	M. silvaticum	Linnaea borealis	Solidago virgaurea	Antennaria dioeca	Hieracium sp.	Empetrum nigrum	Calluna vulgaris	Vaccinium vitis idaea	Myrtillus nigra	Juniperus communis	Salix sp.	Sorbus aucuparia	Alnus incana
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	—	—	—	—	2	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	2	—	—	2	—	—	—	1	—	—	3	4	—	—	—	(1)	4	6	—	—	2	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	3	—	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
—	—	—	—	1-2	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1–3	1	—	—	—	—	3	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2–4	2–3	—	—	—	2–4	4–5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1–2	2	2	—	—	—	2	2–3	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2–3	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	1–2	—	—	3–4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	6	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	1	—	1	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	2	3	4	—	1	(1)	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	6	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	2	1	—	—	—	—	3	3	—	1	1	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	(1)	—	—	—	—	1	—	—	2	3	(1)	—	1	4	6	—	1	—	—
(1)	—	—	—	—	—	1	—	—	(1)	—	—	1	1	1	—	3	2	—	—	—	—	6	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1–2	—	—	—	—	1–2	3	3	2	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	4	2	—	—	—	2	6	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	—	—	—	(1)	4	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	3	2	—	2	5	5	—	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	2	3	1	—	1	5	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	1	—	3	2	—	—	—	2	5	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	4	3	2	—	—	2	5	5	2	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	2	5	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3	3	2	1	—	2	4	3	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	2	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	1	—	3	2	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	3	2	—	2	5	4	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	3–4	2	—	—	—	—	4–5	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	4	4	—	—	—	3	5	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3	—	—	—	3	5	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	4	3	—	—	—	—	4	4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	3	—	1	—	—	—	—	—	3–4	3–4	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3–4	2–3	—	—	—	—	4	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	1	—	4	3	—	—	—	—	4	5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	1	—	3	3	—	—	—	—	3	4	2	—	1	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4	3	—	—	—	—	5	4–5	2	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	(1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2–4	1–2	—	—	—	—

Käenkaali-mustikkatyypillä esiintyy sekä heiniä että ruohoja runsaammin kuin mustikka- ja puolukkatyypillä. Tavallisimmat heinälajit ovat *Calamagrostis arundinacea*, *C. epigeios* ja *Aira flexuosa*. Huomattava on, että heinät OMT:llä usein kukkivat, kun sensijaan ne MT:llä ja varsinkin VT:llä ovat useimmiten steriliä. Ruohoja on enimmän OMT:llä. Niistä mainittakoon *Majanthemum bifolium*, *Convallaria majalis*, *Rubus saxatilis*, *Pyrola minor*, *P. secunda* ja *Geranium silvaticum*. *M. bifolium* ja *C. majalis* esiintyvät myöskin MT:llä ja harvakseltaan VT:llä, mutta kukkaan saakka ne eivät yleensä jaksa kehittyä. Muutenkin ne ovat kitukasvuisia, varsi lyhyt ja lehdet etenkin *Convallaria*lla pienet. *Solidago virgaurea* näyttää olevan kasvi, joka kykenee menestymään hyvinkin tiheissä kuusialikasvoksissa kaikilla tutkituilla metsätyypeillä, MT:llä ja OMT:llä kuitenkin runsaampana ja rehevämpänä kuin VT:llä. Huomattava on myös, että se kykenee kukkimaan melkoisen suuressa varjossa. Kuusialikasvoksien yleiskasvina esiintyy niinikään *Linnaea borealis* ja tavallisesti ryhmittäin. (Vrt. KUJALA 1926 b). Sekin kykenee kehittymään kukkaan saakka kohtalaisen suuressa varjossa. *Oxalis acetosellae* ei koealoilla tavattu. Se ei tosin puutu kokonaan tutkimusalueelta, mutta on harvinainen, kuten LINKOLA mainitsee (1921, s. 343). Samoin huomauttaa KUJALA (1926 b), ettei *Oxalis*ta esiinny kaikkialla sille soveltuvilla kasvupaikoilla, minkä voi havaita selvimmin Laatokan-Karjalan vedenjakajaseuduilla, joilta laji puuttuu laajoilta aloilta. Näissä oloissa ei ole kummastuttavaa, vaikkei *Oxalis*ta sattunut niin pienille aloille kuin tätä tutkimusta varten otetuille koealoille.[1]

Samoin kuin ruohoja ja heiniä, on kuusialikasvoksissa myöskin varpuja vähän. Ei kuitenkaan ole yhtään koealaa, jolta ne puuttuisivat kokonaan. Varvuista tulee kysymykseen etupäässä puolukka ja mustikka sekä joskus kanerva. Puolukan ja mustikan osuus vaihtelee eri metsätyypeillä. OMT:llä ja MT:llä on mustikkaa yleensä runsaammin kuin puolukkaa, VT:llä päinvastoin, vaikkakin tällä ja MT:llä kyseessä olevien varpujen suhde ei ole suuresti erilainen. VT:llä esiintyy paikotellen kanervaa ollen yleisesti hyvin kitukasvuinen ja sterili. Puolukka ja mustikka eivät tavallisesti myöskään jaksa kehittyä kukinta-asteelle erikoisesti VT:llä ja MT:llä.

Useat tutkijat ovat huomauttaneet siitä, että tiheissä kuusikoissa saattavat neulaskarikkeet estää pintakasvillisuuden kokonaan kehittymästä.

---

[1] M.m. LINKOLAN (1921) tutkimusalueen sisämaaseudulla on käenkaali-mustikkatyyppisiä havaintopaikkoja, joilla *Oxalis*ta ei esiinny.

(Vrt. edellä esim. Blomqvistin ja Palmgrenin havainnoita). Raja-Karjalan kuusialikasvoksissa eivät nimenomaan kuusen karikkeet näytä sanottavasti olevan esteenä pintakasvillisuudelle. Monessa tapauksessa saatettiin nimittäin havaita, että esim. sammalpeite voi olla yhtäjaksoinen yhtä hyvin tiheimmissä kuin harvemmissakin metsiköissä, mutta jonkun verran heikommin kehittynyt se ehkä on ensinmainituissa. Toinen on asia, jos ylikasvoksessa on runsaasti koivua tai varsinkin haapaa. Näiden lehdet näyttävät pysyvän maassa niin kauan lahoamatta, että voi syntyä suurempia tai pienempiä laikkuja ilman elävää kasvipeitettä.

Pintakasvillisuuden osittaisen epänormaalisen kokoomuksen vuoksi saattaa metsätyyppien määrääminen Raja-Karjalan kuusialikasvoksissa tuottaa erinäisiä vaikeuksia. Kuitenkin säilyttää pintakasvillisuus näissäkin erikoisluontoisissa oloissa kullekin metsätyypille karakteristisia piirteitä, joiden johdolla metsätyypin määrääminen käy päinsä. Paitsi eri kasvilajeja semmoisenaan, on niiden yleisyys (frekvenssi) ja yleisvointi otettava huomioon.

ALIKASVOSTEN ALUEELLINEN LEVENEMINEN.

YLEINEN ESIINTYMINEN TUTKIMUSALUEELLA.

Kuusen levenemiselle yleensä on kasvupaikan laatu hyvin tärkeä tekijä. Yleensä ollaan sitä mieltä, että kuivimmat maat ovat kuusen saavuttamattomissa. Hjeltin (Hjelt, Hult, 1885) mukaan ovat kanerva- ja variksenmarjakankaat Kemin Lapissa ja Pohjois-Österbottenissa maita, joilta kuusi ei voi syrjäyttää mäntyä ja Sernander (1893) pitää ainakin jäkäläkankaita sellaisina. Etelä-Ruotsin kanervikkomaille ei kuusi ole voinut tunkeutua kuin varsin rajoitetussa määrässä. Hesselmanin (1906) mukaan voivat siellä kuusistua sellaiset kanervakankaat, joilla on runsaasti seinäsammalta. Sitävastoin ei kuusi hänenkään mielestä kykene valtaamaan varsinaisia jäkälämaita. Smittin (1924) mukaan kuusen etenemiselle Länsi-Norjassa ovat edafiset seikat olleet esteenä. Kuusi ei siellä ole päässyt kanervakankaiden yli (lyngmarker). Jyllannin niemimaan nummien metsittämiseen — mielenkiintoista kyllä — on käytetty kuusta ja osittain onnistuttukin siinä. Kuitenkaan ei tämä puulaji ole kyennyt spontaanisesti levenemään sinne ja sen uudistuminen luontaisesti

keinollisesti perustetuista metsiköistä näyttää olevan sangen vaikeata. (Vrt. m.m. Müller, 1910 ja 1913). Että kuusta voidaan käyttää Jyllannissa heedien metsittämiseen riippunee paljon sikäläisestä ilmastosta. Cajanderin (1917) mukaan voi kuusi esiintyä levenemisalueensa maritiimisissa osissa kanervikkokankailla — m.m. juuri edellämainituilla nummilla — kun sitävastoin kontinentaalisimmissa osissa kuten Siperian Jakutskin piirissä sitä tavataan ainoastaan tulvamailla ja kosteammissa purolaaksoissa.

Kuusen esiintymisestä Pohjois-Suomessa huomauttaa Lakari (1915, s. 12), että tämä puulaji on paikotellen levinnyt sellaisille kuiville kankaille, joita on pidettävä metsätaloudellisessa suhteessa absoluuttisina mäntymaina. Aaltosen (1919, s. 309—310) havaintojen mukaan voi kuusta esiintyä Suomen Lapissa kanervatyypillä, vaikkakin yleensä niukasti ja hajallaan siellä täällä. Joskin kuusta paikotellen esim. kankaan laitamilla esiintyy nykyisin runsaanlaisesti, ei ole luultavaa, että tämä puulaji kykenisi lopullisesti pitämään alan hallussaan. Samanlaisia havainnoita on myöskin Tikka (1928) tehnyt Pohjois-Suomen kuivissa kangasmetsissä. Myöskin Heikinheimo (1920 d, s. 143—144) on tutkinut kuusen levenemistä erilaisille kasvupaikoille Pohjois-Suomessa. Hänen mukaan sikäläiset kuusikot ovat yleensä tuoreiden kankaiden metsiä, mutta mitä pohjoisemmaksi mennään sitä suuremmaksi tulee kuivilla kankailla olevien kuusikoiden osuus. Kuusimetsien pohjoisrajoilla, varsinkin Inarin ja Tuntsan hoitoalueissa tavataan kuusimetsiä, »verrattain laajat alat sellaisillakin metsätyypeillä kuin jäkälä-, variksenmarja- ja vieläpä puhtailla jäkälätyypeilläkin.» Sitävastoin etelämpänä olevat kuivat ja kuivanpuoleiset kuusimetsät ovat joko vaarojen ja tunturien lakimetsiä tai usein myös enemmän väliaikaisten kulttuurityyppien metsiä. Yleensä ovat Pohjois-Suomen kuusikot Heikinheimon (1920 d, s. 123) mukaan ryhmittyneet yksille seuduille, missä ilmasto- y.m. suhteet ovat niille erikoisemmin sopivia. Hultin (1898) mukaan kuusi ei pohjoisrajoillaan kykene kasvamaan kuivimmilla mailla, vaan on vetäytynyt notkoihin, ja samoin Haataja[1] on todennut, että kuusen puuttuminen Suomen kohdalla olevalta polariselta metsärajalta johtuu edafisista seikoista. Kuusen nykyisen pohjoisrajan edessä on kuivia kankaita, joiden yli se ei ole päässyt siirtymään, ja Auerin (1927) turvegeologiset tutkimukset osoittavat, että suuri kuivakangasalue Saariselkä on ollut luonnollisena esteenä kuusen etenemiselle kauemmaksi pohjoiseen sen kohdalla.

[1] Julkaisematon tutkimus.

Kuusen levenemistä erilaisille kasvupaikoille Laatokan pohjoispuolisilla seuduilla on erikoisemmin tutkinut Linkola (1916, 1917 ja 1921). Hänen mukaan (1917) kuusi esiintyy Laatokan Karjalassa kanervatyypillä, mytta jää useimmassa tapauksessa heikoksi ja harvaksi alikasvokseksi. Puolukkatyypille se tulee yleisesti ja menestyy paremmin kuin edellisissä tapauksissa. Mustikkatyyppi on sitävastoin kuusimaata, jolla mänty voi olla vain tilapäisesti. Käenkaali-mustikkatyyppi on luonnollisesti vieläkin suuremmassa määrässä kuusen vallattavissa.

Kuusialikasvosten levenemisestä tutkimusalueella esitetään karttapiirros, jolle on merkitty nykyiset alikasvosalueet. Kun kartta on täytynyt laatia pieneen kokoon, ei sillä ole saatu esille yksityiskohtia. Merkinnät on myöskin käsitettävä siten, että alikasvosalueeksi luetulla seudulla vain kovat maat tulevat kysymykseen, joten piirros peittää paikkapaikoin laajoja neva-, räme- ja korpialueitakin, joilla kuusialikasvoksia ei ole. Samoin saattaa alikasvosalueeksi merkityllä seudulla olla suurempia tai pienempiä kankaita ilman alikasvosta. Niitäkään ei ole voitu eroittaa, koska ne eivät ole olleet niin suuria, että antaisivat seudulle oman leimansa. Kartta osoittaa myös alikasvosten runsautta. Ristiviivoitetulla alueella on paljon ja yleensä tiheämpiä alikasvoksia kuin yksinkertaisella viivoituksella merkityillä. Kokonaan viivaamattomilla valtionmailla ei alikasvoksia ole ollenkaan tai on niin vähäisessä määrässä, ettei niillä ole sanottavaa merkitystä. Yksityismaita ei kartta koske.

Kartasta käy selville, että suurimmalle osalle tutkimusalueen valtionmaita ovat nykyisin kuusialikasvokset tunnusmerkillisiä. Erittäin yleisiä ne ovat Salmin hoitoalueessa samalla kun niiden laatu on siellä tyypillisintä. Varsinkin koskee tämä Salmin pitäjässä olevia maita. Impilahden valtionpuiston itäinen osa liittyy alikasvoksien puolesta välittömästi edellisiin, sensijaan läntinen osa on merkitty alikasvoksettomaksi alueeksi. Sangen laaja yhtenäinen kuusistuva seutu on Suistamon ja Suojärven pitäjien eteläosissa Suojärven rautatien kahden puolen. Täälläkin ovat alikasvokset yleensä tiheitä ja levinneet melkein kaikille kangasmaille. Samanlainen tiheitten ja yleisten alikasvosten keskus on Soanlahden ja osittain Korpiselän pitäjän valtionmaiden länsiosissa ja Suojärven pohjoisen hoitoalueen kaakkoisnurkkauksessa.

Näiden tiheimpien alikasvosalueiden ohella on laajat alat harvempia alikasvosmetsiköitä. Sellaisia ovat pääasiassa Korpiselän, Suojärven ja osittain Suistamon pitäjien valtionmaat eli ne alueet, jotka kartalla on

esitetty yksinkertaisella viivoituksella. Näilläkin seuduilla alikasvokset ovat kuitenkin sangen yleisiä ja ovat ne muutenkin sen laatuisia, että ne on otettava huomioon metsänhoidollisessa suhteessa. Alikasvos riittää useimmissa tapauksissa jo nykyisellään ollessa pitämään alan hallussaan sen jälkeen kun nykyinen ylikasvos poistetaan, ellei ryhdytä erikoisiin toimenpiteisiin. Paitsi laatuun nähden eroavat harvempien alikasvosten metsittämät alueet myös siinä suhteessa tiheämpien alikasvoksien alueista, että niillä on runsaammin kuusettomia maita. Vaikka tätä seikkaa ei ole voitu kartalla esittää, saatta sieltä löytää melkoisen suuria yksinäisiä kankaita puhtaine mäntymetsineen.

Jos verrataan aikaisemmin (s. 15-) selostettua erilaisten metsämaiden jakaantumista ja kuusialikasvosten levenemistä tutkimusalueella, huomataan niiden välillä selvä riippuvaisuussuhde. Sinne, missä tuoreet tai tuoreenlaiset kankaat (moreenimaat) ovat vallalla, ovat alikasvokset pääasiassa keskittyneet, ja päinvastoin, missä kuivat kankaat (varsinaiset hiekkamaat) ovat yleisiä, sieltä alikasvokset joko kokonaan puuttuvat tai niitä esiintyy ainoastaan rajoitetussa määrässä.

Paremman käsityksen kuin edellämainittu jako, antavat metsätyypit kuusialikasvoksien esiintymisestä erilaisilla kasvupaikoilla. Joskin metsätyypit suurin piirtein järjestyvät maalajien mukaan siten, että huonoimmat ovat hiekkamailla, paremmat moreenimailla, ei tämä tutkimusalueella pidä kuin osaksi paikkaansa. Kanervatyyppi näyttää tosin olevan sidottu hiekka- ja harjumaihin, puolukkatyyppi sitävastoin ei ainakaan yhtä suuressa määrässä, sillä sitä esiintyy yleisesti moreenimaillakin. Mustikka- ja käenkaalityyppi näyttävät olevan luontaisia moreenimaan muodostumia. Edellistä esiintyy kuitenkin hedelmällisillä hiekkaselänteillä, joskaan ei yhtä yleisesti kuin esim. puolukkatyyppiä moreenimailla. Käenkaali-mustikkatyyppiä tavataan yksinomaan parhaimmilla moreenimailla. Yleisimmin sitä on tutkimusalueen eteläosissa. Pohjoisosissa voi olla tuhansien hehtaarien suuruisia alueita, joilla ei ole tätä hyvyysluokkaa. Jäkälätyyppiä tavataan tutkimusalueella hyvin vähän. Se esiintyy ylävien harjujen korkeimmilla kohdilla, mutta joskus matalammallakin. Käenkaali-mustikkatyyppiä parempia maita on siellä täällä tutkimusalueen eteläosissa pieninä aloina tuoreissa notkoissa.

Jos jätetään huomioon ottamatta tilapäiset seikat, jotka ehkäisevät kuusialikasvoksien tunkeutumista kangasmaille, ja ajatellaan olosuhteiden saavan kehittyä häiriintymättä, on eri metsätyyppisten maiden kuusistu-



Kuva 6. Kanervatyypin kangasta, jolla ei ole kuusialikasvosta. Suojärven pohj. h.-alue. — *Abb. 6. Heidekraut-Typus ohne Fichtenunterwuchs. Revier Nord-Suojärvi.*



Kuva 7. Kuivaa kangasta ilman kuusialikasvosta. Salmijärvi. Suojärven pohj. h.alue. — *Abb. 7. Trockener Heideboden ohne Fichtenunterwuchs. Revier Nord-Suojärvi.*



Valokuv. Martti Ilvonen.

Kuva 8. Erittäin tiheä alikasvos, »rigeikkö», ikä 82 v., tiheässä mäntymetsikössä, ikä 92 v. VT. Koeala n:o 5. Korpiselän h.alue. — *Abb. 8. Besonders dichter Unterwuchs, »rigeikö», Alter 82 J., in dichtem Kiefernbestand, Alter 92 J. VT. Probefläche Nr. 5. Revier Korpiselkä.*



Valokuv. Martti Ilvonen.

Kuva 9. Tiheä kuusialikasvos, ikä 86 v., harvassa sekametsikössä. VT. Koeala n:o 11. Etualalla korpi. Salmin h.alue. — *Abb. 9. Dichter Fichtenunterwuchs, Alter 86 J., in lichtem Mischwald. VT. Probefläche Nr 11. Im Vordergrund ein Bruchmoor. Revier Salmi.*



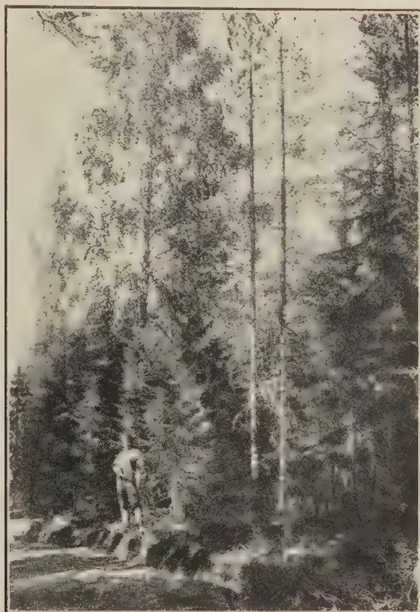
Kuva 10. Sankka kuusialikasvos tiheässä mäntymetsikössä (molempien ikä 106 v.). VT. Koeala n:o 33. Loimolan h.alue. — *Abb. 10. Dichter Fichtenunterwuchs in dichtem Kiefernbestand, Alter je 106 J. VT. Probefläche Nr 33. Revier Loimola.*



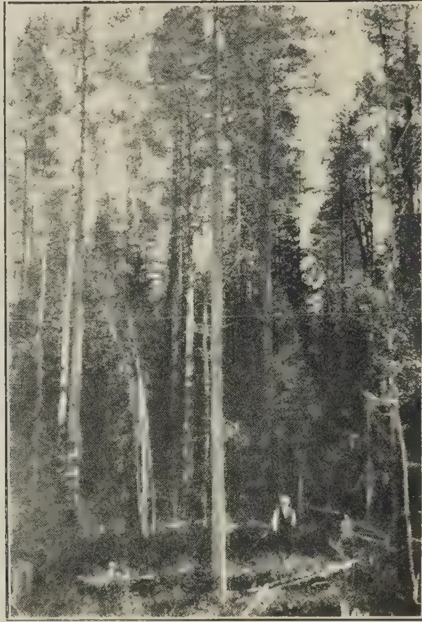
Kuva 11. Kuusialikasvosta, ikä 88 v., hiekkaharjulla. Koeala n:o 69. VT. Korpiselän h.alue. — *Abb. 11. Fichtenunterwuchs, Alter 88 J., aus sandigem Osboden. Probefläche Nr. 69. VT. Revier Korpiselkä.*



Kuva 12. Tiheä kuusialikasvos VT:llä. Suojärven pohj. h.alue. — *Abb. 12. Dichter Fichtenunterwuchs. VT. Revier Nord-Suojärvi.*



Kuva 13. Hyväkasvuista kuusialikasvosta MT:llä, ikä 50 v. Koeala n:o 29. Loimolan h.alue. — *Abb. 13. Üppiger Fichtenunterwuchs, Alter 50 J. MT. Probefläche Nr 29. Revier Loimola.*



Kuva 14. Hyväkasvuista kuusialikasvosta MT:llä. Loimolan h.alue. — *Abb. 14. Üppiger Fichtenunterwuchs. MT. Revier Loimola.*



Kuva 15. Kuloala Suojärven pohj.h.alueessa. Kuuset kuolleet lievässä palossa, mänty, koivu ja haapa ovat jääneet elämään. Ägläjärvi. — *Abb. 15. Waldbrandfläche im Revier Nord-Suojärvi. Die Fichten infolge leichten Brandes abgestorben, Kiefer, Birke u. Espe überleben. Ägläjärvi.*

mismahdollisuudet tutkimusalueella seuraavanlaiset. Jäkälätyypille, jota esiintyy tosin sangen rajoitetussa määrässä, ei kuusi näytä kykenevän nousemaan. Joskus voidaan silläkin tavata joitakin yksilöitä, mutta niistä ei ole sanottavaa vaaraa esim. männylle, joka ilman taistelua kuusta vastaan kykenee pitämään nämä maat hallussaan. Kanervatyyppi on niinikään männyn hallussa pysyvää maata. Kuusi kyllä voi saada sillä jalansijaa, mutta, kuten Linkola (1921) huomauttaa, kasvos jää usein harvaksi ja kituvaksi. Männyn uudistuminen voi tapahtua joistakin kuusista huolimatta, joten sen alalla pysyminen on turvattu. Jos CT-kangas on suurenlainen, ei kuusi kykene nousemaan kuin laitaosille, jotka ovat tuoreempia ja loppujen lopuksi ehkä toista metsätyyppiäkin kuin pääosa kankaasta. Näin on laita varsinaisilla alikasvosalueilla, mutta vielä suuremmassa määrässä siellä, missä kuusen leveneminen kankaille on yleensäkin harvinaisempaa. Jos kanervatyypin kankaat muodostavat suurenlaisia yhtenäisiä alueita, ne pysyvät täydelleen männyn hallussa. Sellaisilta alueilta löytää tuskin yhtään kuusta. (Kuva 6 ja 7.)

Toisin on sitävastoin puolukkatyypin laita. Näille maille näyttää kuusi tunkeutuvan aivan yleisesti muodostaen suuren osan nykyisistä tutkimusalueen alikasvoksista. Kuvat 8—12. Jos olosuhteet saavat häiriintymättä kehittyä, valtaa kuusi tutkimusalueella puolukkatyypin metsämaat, vaikkakin kehitys tähän suuntaan käy verraten hitaasti. Silloinkun tämäntyyppiset maat muodostavat laajanlaisia alueita, on kuusella erinäisiä vaikeuksia alanvaltauksessaan. Se pysyy kauan alikasvoksena eikä pitkään aikaan kykene tekemään siementä, välillä saattaa tulla ulkonaisia seikkoja, jotka hävittävät sen j.n.e. Olosuhteet muodostuvat senvuoksi sellaisiksi, ettei kuusi todellisuudessa koskaan saane kaikkia puolukkatyypin maita haltuunsa.

Vielä suuremmassa määrässä kuin edellinen, kuusistuu mustikkatyyppi. Kuvat 13—14. Pääosa tutkimusalueen nykyisistä alikasvoksista onkin tällä metsätyypillä. Kuusen alan valtaus tapahtuu helpommin kuin puolukkatyypillä ja todennäköisesti vastatoimenpiteistä huolimatta kuusi yhä uudelleen ja uudelleen palaa näille maille. — Kuusen leveneminen käenkaali-mustikkatyypille ja sitä paremmille maille on luonnollisesti vieläkin helpompaa kuin mustikkatyypille.

Puulajien valtataistelu ei ole tutkimusalueellakaan saanut tapahtua

häiriintymättä. Useat seikat ovat katkaisseet kehityksen luonnollisen kulun. Mikä merkitys näillä on nykyisien alikasvoksien esiintymistä arvosteltaessa, käy lähemmin selville seuraavasta.

KULOJEN JA KASKEAMISEN MERKITYS.

Metsäpalot meillä varsinkin aikaisempina aikoina ovat olleet kaikkialla tavattoman yleisiä. Voinee huoleti väittää (Cajander, 1916, s. 691), että Suomessa tuskin on sitä metsäalaa, jolla kulot eivät olisi koskaan käyneet, ja lukemattomat metsäalat ovat kerta toisensa jälkeen palaneet. Myöskin Lakarin (1915) Pohjois-Suomen oloja koskevat tutkimukset antavat tästä hyvän kuvan. Mitä nimenomaan Raja-Karjalassa sattuneiden kulojen yleisyyteen tulee, ei siitä ole olemassa tilastoa, mutta melkoisella varmuudella voidaan olettaa täällä olleen metsäpaloja vähintäinkin yhtä runsaasti kuin muuallakin maassamme. Kaikkialla havaittavat palon jäljet ovat siitä selvänä merkkinä. Turpeen alla kangasmailla on aivan yleisesti hiiltä ja palaneita tervaskantoja, ja hiiltyneitä, maassa olevia, usein jo sammalen peittämiä puiden runkoja kohtaa miltei joka askeleella puhumattakaan vanhoissa, vielä kasvavissa puissa tavattavista luonteenomaisista palokoroista.

Monista merkeistä päättäen olivat vielä 80—100 vuotta sitte metsäpalot nykyisiin oloihin verraten suuret. Asutus tosin ei Raja-Karjalan sydänmailla ole koskaan ollut tiheää, mutta väestön harjoittamat elinkeinot, metsästys, kalastus ja kaskiviljelys ovat pakoittaneet ihmisiä pitkille metsäretkille. Näin ollen saattoi varomattomasta tulenkäsittelystä syttyä kuloja kaukana asutuilta seuduilta. Tämän lisäksi voi metsäpalo saada alkunsa, kuten tunnettua, salamastakin. Kun kulo kerran syttyi, se sai palaa jokseenkin esteettömästi. Harvan asutuksen vuoksi ei näet sammutustyö saattanut olla kovin tehokasta. Mutta metsäpaloista ei paljoa välitettykään elleivät ne suorastaan uhanneet asumuksia. Väitetäänpä ihmisten katselleen kuloa suopein silmin, koska toivottiin palon kautta karjalaitumien paranevan. On selvää, että kulot näissä suotuisissa oloissa saattoivat saada suorastaan valtavat mittasuhteet. Esimerkkejä tästä onkin olemassa. M.m. Suojärven rautatien kahden puolen Loimolan aseman seudulta aina Paperoon saakka on laaja kuloala, joka on palanut joko v. 1826 tai 1827 ehkä molempina kesinä. Näinä kesinä näyttää vallinneen suuri kuivuus. Niinpä mainitsee Johanson (1924), että mainittuina vuo-

sina saatiin yleensä koko maassa huono sato suuren kuivuuden vuoksi ja että raivosivat suuret metsäpalot.[1]

Metsäpalot ovat vaikuttaneet sangen suuresti eri puulajien väliseen valta-asemaan Raja-Karjalassa kuten muuallakin. Blomqvistin (1891, s. 89) mukaan kulovalkeat ovat erikoisen tuhoisasti koskeneet kuuseen ja olisivat kai hävittäneet sen sukupuuttoon, ellei sillä olisi ollut pakopaikkoja. Sattuvan kuvan eri puulajien suhteesta kuloihin antaa Cajander (1916, s. 693). Koska tämä esitys sopii erinomaisen hyvin myös Raja-Karjalassa vallinneisiin oloihin, esitettäköön siitä pääkohdat tässä yhteydessä: »Mäntymetsä on yleensä paljoa alttiimpi kuloille kuin kuusimetsä. Yli 70 % kaikista kuloista lienee sattunut männiköissä. Tähän on syynä osittain se, että männyn havusto on kuivanluontoista ja pihkaista, jotenka se helposti palaa. Pääasiallisesti se riippuu kuitenkin siitä, että enemmistö meikäläisiä männiköitä esiintyy kuivilla kankailla, joiden kuiva jäkälä- ja kanervakasvillisuus pouta-aikaan hyvin helposti syttyy. Vanhaa männikköä ei syttynyt maatuli kuitenkaan paljoakaan turmele, sillä männyn juuret ovat siksi syvällä, että enimmät hienoimmatkin juuret säilyvät kulon synnyttämässä kuumuudessa, ja männyn runkoa peittää paksu, huonosti lämpöä johtava kaarna, joka suojelee jälttä. Maatulen levitessä nuoreen männikköön sytyttää se sitävastoin tämän kokonaisuudessaan, ja sieltä se helposti voi levitä latvatuleksi vanhaankin männikköön. Latvatuleksi se poutakausina voi kohota helposti myöskin männyn rungoilla kasvavia, kuivia jäkäliä — — — myöten.

Mutta sittenkin ovat kulot edistäneet juuri mäntymetsien yleiseksi tulemista. Mänty vaatii taimena siksi runsaasti valoa, ettei se tule hyvin toimeen vanhan metsän alla. Runsaasti valoa sitävastoin tarjoutuu männyn taimistolle juuri aukeilla kuloalueilla. Vanhoissa metsissä harvoin kaikki puut tuhoutuvat, vaan jää joukko puita, vieläpä tavallisesti elinvoimaisimmat, paikalle siemenpuiksi siementämään uutta metsää. Nuoristakin männiköistä jää usein ryhmiä tai pikkumetsikköjä henkiin. Näistä siemenpuista, pikkumetsiköistä ja kuloalan reunametsästä siementyy kuloala, jolloin siemen voi hankea myöten lentää pitkiäkin matkoja — — —. Männyn taimi ei ole arka hallalle, ja koska sen juuristo taimenakin on suhteellisesti lavea — — —, ei se ole järin arka kuivumisellekaan. Kulot ovat siten tehokkaasti edistäneet mäntymetsän uudistumista.

[1] Ilomantsin Liusvaaran kylässä kerrotaan perintätietona, miten n. 90—100 v. sitten Venäjän puolelta tullut kulo kulki yhtäjaksoisesti vielä Suomen puolellakin 40—50 km. Koko seutu sellaisten palojen aikana saattoi olla savun peitossa.

Toisin on ollut laita kuusen. Kuusimetsässä ei yleensä likimainkaan yhtä usein ole kulo alkanut kuin männikössä, mutta kuusikko, johon kulo on levinnyt, on melkein aina tuhon oma. Sen juuristo on niin pintamyötäinen, että se kulossa helposti pilaantuu ja kaarna on niin ohut, että se vain huonosti suojelee jälsikudosta. Useimmiten kaikki kulon kohtaamat kuuset kuolevat. Siemenpuita ei siis tavallisesti jää, ja kuloalan reunallakin olevasta metsästä ovat yleensä kuuset tärveltyneet. Kuloala siis siementyy paljon helpommin männyllä kuin kuusella. Kuloaloilla käy usein halla, ja aivan nuoren kuusen taimen saattaa ankara keväthalla tappaa. Ennenkaikkea ovat kuitenkin kuusen taimen juuret niin matalassa, että ne poutaaikana helposti kuivettuvat. — — — Kulot ovat siis kuusimetsille joka suhteessa vahingoksi.»

Mitä koivumetsän suhteesta kuloihin tulee, on ensinnäkin otettava huomioon, huomauttaa Cajander, ettei se syty palamaan edes niin helposti kuin kuusikko. Mutta jos kulo sitä koskettaa on tuhoutumisen vaara suuri, koska koivunkin kuori on ohut eikä syystä suojele jälsikudosta. Koivua kuitenkin auttaa alanvaltaustaistelussa sen runsas siemenen muodostuminen. Näinollen voidaan sanoa kulojen päävaikutuksen olevan metsissämme sen, että kuusimetsien ala on pienentynyt mänty- ja koivumetsien alan laajentuessa. Näin on Heikinheimon (1921) ja Lakarin (1915) mukaan tapahtunut m.m. Lapissa, jossa kulot ovat monin paikoin karkoittaneet kuusen kuivemmilta kasvupaikoilta tuoreemmille. (Vrt. myös Kujala 1926 a.)

Edellä mainitun suuntainen kulojen vaikutus Raja-Karjalan metsiin on aivan ilmeinen. Kuusen osuus kangasmetsissä, on kuten edellä puulajien jakaantumista selostettaessa on käynyt selville, pienempi kuin se olisi ollut, jos puulajien välinen valtataistelu olisi saanut jatkua häiriintymättä. Suureksi osaksi on kuusen tuhoutuminen tapahtunut jo alikasvosasteella. Jo lieväkin palo saattaa hävittää tällaisen metsikön. Suhteellisen pienten alikasvoskuusten kuori on vieläkin ohkaisempaa kuin suurempien kuusten. Juuristo on myöskin ylimalkaan matalalla. Vanhoissa metsissä pysyy kulo usein maatulena ja sen vaikutus puihin voi olla verraten vähäistä. Toisin on laita alikasvosmetsissä. Niissä latvus on usein matalalla ja siitä johtuu ettei tuli pysy maanpinnalla vaan kohoaa ainakin alikasvospuiden latvuksiin, mistä on auttamattomasti seurauksena puiden kuoleminen. Tästä saa nykyisinkin tutkimusalueella lukuisia todistuksia paitsi tavallisilla metsäpaloalueilla, myöskin hakkausalojen kulotuspaikoilla. Vaikka viimemainituilla aloilla kulotus suoritetaan tavallisesti aikaisin keväällä maan kosteana ollessa, saadaan pystyynpoltolla alikasvos kuolemaan sitä helpom-

min mitä tiheämpää se on. (Vrt. Pöntynen, 1926.) Palaneena jäävät kuuset tavallisesti pystyyn useammaksi vuodeksi. Kuva 15.

Kuusen levenemistä ehkäisevänä tekijänä on myös otettava huomioon tutkimusalueella vanhaan aikaan harrastettu kaskiviljelys. Sen vanhimmasta laajuudesta ei enempää kuin kuloistakaan ole tarkkoja tietoja saatavissa. Heikinheimo (1915, liite 1 ja kartta n:o 1) on tehnyt tilastoa maanmittarien eroittamista n.s. kaskimaista ja pitää näiden laajuutta jonkinlaisena kuvastimena kaskiviljelyksen yleisyydestä. Tilasto osoittaa, ettei Raja-Karjalassa ole kaskimaita Savoon ja Karjalan muihin osiin verraten kovin paljon. Sensijaan kun varsinaisilla kaskialueilla Savossa ja muualla Karjalassa kaskimaiden osuus kasvullisen kovan metsämaan alasta yhteensä on yli 30 %, ei se Raja-Karjalan sydänmaa-alueilla ole kuin 0.1—29.9 %. (Vrt. myös Cannelin, 1917).

Kaskiviljelyksen laajuuteen on tietenkin ensiarvoisena tekijänä vaikuttanut siihen soveltuvien maiden yleisyys. Toinen asia on kuinka myöhäiseen aikaan viljelystapa on ollut käytännössä. Tässä suhteessa Raja-Karjala kuuluu niihin alueihin, joilla kaskenpoltto on säilynyt kauimmin. Heikinheimon (1915, kartta n:o 3) mukaan oli kaskeaminen vuoden 1860 vaiheilla yleinen tai hyvin yleinen. Vielä v. 1913 hän mainitsee olleen seutuja, joissa kaskiviljelyksen yleisyys oli laskettava hänen erottamiinsa luokkiin: tavallinen, yleinen tai hyvin yleinen. Ilvessalo, Y. (1914, s. 388-) havaitsi tämän viljelystavan olleen vielä v. 1914 hyvin tavallisen Salmin pitäjän yksityismailla ja Willandt (1927, s. 100) laski, että Enon ja Ilomantsin pitäjissä harjoitti kaskiviljelystä v. 1920 27.8 % tutkituista 266:sta viljelmästä. Niiden havaintojen mukaan, joita tekijä on voinut tehdä, voidaan sanoa kysymyksessä olevan viljelystavan olevan käytännössä vielä nytkin Raja-Karjalan yksityismailla. Salokylissä, kuten Korpiselän Tolvajärvellä ja Ägläjärvellä, Suojärven pitäjän eri kylissä, Impilahden Uomaalla, Salmin Käsnäselässä ja muuallakin nähdään rasiksi hakattuja alueita aivan yleisesti.

Edellä esitetyt Heikinheimon samoin kuin muutkin maininnat koskevat etupäässä yksityismaita. Mitä nimenomaan tutkimusalueen nykyisten valtion alueiden kaskeamiseen tulee, on eroitettava aika ennen alueiden valtion haltuun joutumista sekä aika sen jälkeen, koska kaskenpolton yleisyys riippuu oleellisesti siitä.[1]

---

[1] Maiden joutuminen valtion haltuun on aikaisemmin jo selostettu (s. 14). Mainittakoon tässä vielä, että pääosa tutkimusalueen maista on julistettu valtionpuistoksi seuraavasti: Impilahden ja Suistamon 1852, Salmin 1875, Korpiselän ja Soanlahden pitäjissä olevat maat 1877. Nykyiset Annantehtaan metsät joutuivat Aunuksen

Aikaisempina aikoina lienee kaskeamista harjoitettu näilläkin mailla sikäli kuin kelvollisia maita löydettiin. Niinpä mainitsee Heikinheimo (1915), että edellä mainittu v:tta 1860 tarkoittava yleisyysmaininta, joka pääasiassa tarkoittaa yksityismaita, ei olisi sanottavasti muuttunut, vaikkakin nykyiset valtion alueet olisi otettu mukaan. Kaskenpoltossa ei oltu sidottuja kylien ja asumusten läheisyyteen, vaan kasket saatettiin hakata kauaksi sydänmaille sitä suuremmalla syyllä kun sopivia maita ei ollut kovin runsaasti lähempänä. Heikinheimo on havainnut kaskettuja maita Suojärvellä n. 20 km:n päässä lähimmistä asunnoista. Täysin varmasti ei aina vanhoista aloista voida sanoa mitkä niistä ovat kaskettuja mitkä muuten palaneet, mutta usein on myöskin selvät merkit olemassa jopa 100 à 200 vuotta vanhoista kaskiviljelyksistä. Ylipalottain kasketuilla alueilla nähdään usein muistoina suuria keloutuneita mäntyjä, jotka ovat kirveellä pyällettyjä noin metrin korkeudelta.[1] Joskus tämänlaatuiset puut ovat vielä pystyssä, joskus on jälellä vain pitkä kanto, jossa näkyy pyälletty rengas. Toisinaan ovat rungot maassa ja sammaleeseen hautaantuneina, mutta lähemmin tarkastellen saatetaan niissäkin vielä havaita tuo luonteenomainen rengas. Kaskeamisen yhteydessä on usein maata muokattu ja siten sekoitettu pintakerroksia (vrt. s. 17), kiviä on kannettu raunioiksi j.n.e. Nykyisten metsien ikä ja laatu antaa myös ohjeita arvostellessa onko ala kaskettu vai ei. Erittäin luonteenomaisia ovat suorakulmaiset, ympäröivästä metsästä jyrkästi eroavat metsiköt, joiden mukaan voidaan määritellä sillä kohdalla viimeisestä kaskeamisesta kulunut aika samoin kuin jokseenkin tarkasti kaskettu ala. Nuoremmista kaskialoista ovat paikkakunnan asukkaatkin voineet antaa luotettavia tietoja.

Tutkimusalueen eri osilla tapahtuneesta kaskiviljelyksesta mainittakoon seuraavaa. Salmin ja Impilahden pitäjien valtion mailla on kaskialueita Uomaan ja Käsnäselän kylien ympäristöillä sekä yleensä valtion maiden eteläosissa. Kaskettu on varsinkin tuoreempia maita. Puulajeihin nähden ei ole oltu kovin tarkkoja, vaan kaadettiin yhtähyvin havu- kuin lehtipuumetsiä. Suistamon pitäjässä olevia nykyisiä valtionmaita (Loimolan hoitoalue) ei sitävastoin liene kaskettu yhtä yleisesti kuin edellisiä, mutta täälläkään eivät kaskimetsät ole harvinaisia.

vuorihallitukselle 1856 ja ovat siitä lähtien olleet järjestetyn hoidon ja vartioimisen alaisina, siis tässä suhteessa samanarvoisina kuin muut, varsinaiset Suomen valtion maat.

[1] Tutkimusalueella käytetyistä kaskiviljelystavoista on seikkaperäiset esitykset m.m. useinmainituissa Heikinheimon (1915) ja Linkolan (1916) teoksissa, jonka vuoksi tässä yhteydessä ei ole syytä selostaa niitä lähemmin.

Korpiselän ja Soanlahden valtion mailla on havaittavissa määrättyjä alueita, joilla kaskiviljelys näyttää olleen yleisempää kuin muualla. Sellaisia ovat Hirvasjärven rantaseudut, Timinänselän ympäristöt sekä ennen kaikkea Sammalvaaran tienoot, jossa lähes kaikki n.s. vaaramaat on kaskettu. (Vrt. Heikinheimo, 1915). Merkkinä kohtalaisen myöhään suoritetusta kaskeamisesta ovat paikkapaikoin yleiset koivu- ja leppävesakot Soanlahden valtionpuistossa.[1]

Annantehtaan metsissä on kaskiviljelystä myös harjoitettu, mutta näyttää sen valtakausi päättyneen 70—90 v. sitten. Erikoisesti on harrastettu n.s. kiertokaskea, jolloin kaskiauraakin on käytetty. Yksinomaan ylipalottain kaskeaminen lienee ollut vähäisempää, vaikka pyällettyjä puita tapaa silloin tällöin. (Vrt. Heikinheimo, 1915).

Sen jälkeen kun alueet ovat joutuneet valtion järjestetyn hoidon alaisiksi, on kaskenpoltto entisessä mielessä kokonaan lakannut. Kulojen esiintyminen taas lienee suurin piirtein samanlainen kuin valtionmailla yleensä. Palo-alojen keskikoko on selvästi pienentynyt, mutta kun tapausten luku on samalla lisääntynyt, ei kokonaisalassa ole päässyt tapahtumaan huomattavampaa vähennystä. (Vrt. Cajander, 1916 ja Saari, 1923). Tässä yhteydessä ei kuitenkaan ole niin tärkeää ovatko metsäpalot vähentyneet vai lisääntyneet valtion hallinnon aikana kuin se, ovatko ne tänä aikana vähentyneet entisiin aikoihin verraten. Jokseenkin varmasti voidaan väittää niin tapahtuneen. Tähän on ennenkaikkea ollut vaikuttamassa hoitoalueiden vakinaisesti palkattu henkilökunta, joka kulon sattuessa on hälyyttänyt sammutusväkeä ja johtanut sammutustyötä. Metsäpalot eivät tämän vuoksi ole päässeet kehittymään niin laaja-alaisiksi kuin ennen. — Pitkää aikaa koskevan yhtenäisen kulotilaston laatiminen Raja-Karjalan valtionmailta on vaikeata koska alueisiin sisältyvät Annantehtaan metsät, jotka vasta v. 1922 joutuivat lopullisesti Suomen valtiolle. Käytettynä järjestelmällisesti metsätalouteen metsänhoitajineen ja vakinaisine metsänvartijoineen pitänee kuitenkin täälläkin paikkansa kuloista sama, mitä edellä sanottiin yleensä valtion maista. — Nykyistä kulotilannetta kuvatakseen esitetään seuraavassa kulojen ala vuosina 1923—27 yhteisenä tuloksena Salmin, Loimolan, Korpiselän hoitoalueista ja Annantehtaan metsistä.

---

[1] Viimeaikoina on tämänlaatuisia aloja ryhdytty metsähallinnon toimesta muuttamaan arvokkaampaa puulajia kasvaviksi myöntämällä yksityisille kaskeamisoikeuksia määrättyä vuokraa vastaan. Kaskeejan on toimitettava valtion toimesta hankittujen havupuiden siementen kylvö sekä sitouduttava pitämään ala aidassa määrävuodet.

V.	1923	8.50	ha
»	1924	173.76	»
»	1925	498.60	»
»	1926	111.81	»
»	1927	340.00	»
Yhteensä		1132.67	ha

Keskimäärin on siis vuodessa palanut edellämainittuna 5-vuotisena kautena 226.53 ha, mikä on vähäinen ala huomioonottaen valtionmaiden laajuuden. Ei tosin ole lainkaan sanottu, etteikö suotuisten olosuhteiden vallitessa vielä nykyisinkin voisi sattua huomattavampia kulovahinkoja, mutta joka tapauksessa on sellaista pidettävä harvinaisena poikkeuksena. *Yleisenä* sääntönä voidaan sanoa, että kulot Raja-Karjalassa eivät nykyisin ehdi päästä suureen valtaan tehokkaan sammutustyön takia. Metsäpalojen vaikutus metsiin ei näinollen ole nykyisin erikoisemmin huomattava tekijä.

Jos edellä esitettyä taustaa vastaan tarkastetaan Raja-Karjalan kuusialikasvosten levenemisvaiheita ja -mahdollisuuksia voidaan tehdä seuraavat johtopäätökset: *Kuusi on aikaisempinakin aikoina pyrkinyt valtaamaan alaa ja on kenties saanutkin jalansijaa monessa paikassa. Mutta se on tuskin päässyt alikasvosastetta pitemmälle kun kulot ja kaskeaminen ovat sen tuhonneet. Vaikkakin kaskiviljelyksen osuus on ollut huomattava, näyttävät metsäpalot kuitenkin olleen suurimpana tekijänä kuusen levenemistä ehkäisemässä.* Sitä mukaa kuin kulot ovat pienentyneet joskaan ei niin paljon lukumäärältään kuin alaltaan, ja kaskiviljelys on vähentynyt, on kuusi taas päässyt etenemään uusille kasvupaikoille. Näillä eri vaiheilla ei tietenkään ole ollut mitään jyrkkää rajaa, vaan kehitys on tapahtunut vähitellen. *Varsinaisesta kulo- ja kaskikaudesta on kulunut niin lyhyt aika, että suuri osa nykyisistä kuusikasvoksista on ehtinyt vasta alikasvosasteelle. Kuusialikasvosten ala valtion mailla on viimeisiin aikoihin asti lisääntynyt ja on tällä hetkellä suurempi kuin ehkä koskaan aikaisemmin.* Yksityismailla sitävastoin näihin päiviin saakka jatkuneen kaskiviljelyksen vuoksi kuusi ei ole voinut edes alikasvoksina saavuttaa läheskään yhtä suurta yleisyyttä kuin valtionmailla.

HAKKUIDEN MERKITYS.

Kuusialikasvoksen yleiseen levenemiseen vaikuttavista seikoista on mainittava myöskin hakkuut.

Niin kauan kun Raja-Karjalan valtion metsissä oli puutavaralla huononlainen menekki, olivat hakkuut pääasiassa kookkaiden puiden harsintaa. Metsien uudistamistoimenpiteet näissä oloissa olivat heikot. Hakkausalain puhdistuksia ja raivauksia ei voitu sanottavassa määrässä toimittaa kun pienellä puulla oli huono menekki. Tämänlaatuiset hakkuut eivät näinollen ehkäisseet alikasvosten levenemistä, päinvastoin tavallaan vahvistivat sen jo saavuttamaa asemaa hakkuualoilla. (Vrt. Lakari, 1915 ja Aspegrén, 1898). Suuria puita kaadettaessa ja vedätettäessä tuhoutui jonkunverran alikasvosta, mutta se ei suuriakaan merkinnyt. Toisenlaiseksi ovat olosuhteet muuttuneet sen jälkeen kun Suojärven rautatien valmistuttua kaikenlaatuiselle puutavaralle syntyi hyvät menekkimahdollisuudet. Tämä seikka muutti kokonaan siihen saakka vallinneet hakkuutavat Raja-Karjalan valtion metsissä. Entisistä, yksistään kookkaiden puiden hakkuista voitiin luopua ja kohdistaa enemmän huomiota todellisiin uudistushakkuisiin.

Yleisin on mäntymetsissä ollut lohkottainen siemenpuuasentohakkaus. Useimmassa tapauksessa ei ala vielä sillä tule nuorentumaan, että kaikki kaupaksi käypä puu hakataan. Alalle jää näet vielä pystyyn monenlaista pientä puuta kuten hoikkia, roskapuiksi laskettavia mäntyjä, koivuja ja haapoja sekä ennenkaikkea kuusialikasvosta. Jos mieli saada ala kasvamaan mäntyä, on ainakin alikasvos perattava pois. Tällöin on menetelty useammalla tavalla aina sen mukaan minkälaisia kokemuksia on saavutettu.

Aluksi hakattiin alikasvos ja roskapuut maahan ja sen jälkeen ala kulotettiin. (Kuva 16 ja 17). Kulotus suoritettiin tavallisesti aikaisin keväällä usein vielä roudan ollessa maassa. Mutta kun kulotettavaa alaa oli suhteellisesti paljon ja työhön käytettävää, luotettavaa, huolellisesti työskentelevää työväkeä oli vähän, siirtyi kulotustyö usein myöhemmällekin kevääseen. Tällaisilla päähakkuualoilla oli tavallisesti hyvin runsaasti latvuksia, oksia, alikasvosta y.m., jonka vuoksi tulen pienenä pitäminen kävi vaikeaksi. Kulotuksesta oli seurauksena, etteivät ainoastaan maassa olevat hakkuujätteet palaneet, vaan siemenpuitakin tuhoutui suuressä määrässä. (Kuva 18. Vrt. Pöntynen, 1926). Tämän vuoksi on maahan hakattujen alikasvosten poltosta siemenpuuasentoaloilla vähitellen luovuttu.

Rinnan alikasvoksen hakkuun jälkeen suoritetun polton kanssa, harjoitettiin alikasvoksen pystyyn polttamista. Jos alikasvos oli tiheää paloi se helposti, jos se sitä vastoin oli harvempaa, tapahtui palaminen vaikeammin, varsinkin kun tulen valtaa ei ollut hyvä siemenpuitten vuoksi päästää kovin suureksi. Lisäksi aikaisin keväällä, jolloin hakkuujätteet, pintakasvillisuus ja muu palava aines oli kosteata, saattoi palaminen jäädä vaillinaiseksi. Yleensä kuitenkin kuoli alikasvos pystyyn poltettaessakin. Mutta kuivuneet puut, jotka sentään jonkun verran palaneina rankoinakin, varsinkin milloin alikasvos oli ollut tiheätä, varjostivat maata, ja sen vuoksi saatettiin olettaa niiden olevan esteenä nuorennoksen syntymiselle. Tämä seikka ei kuitenkaan liene kovin tärkeä. Päinvastoin voivat palaneet rangat tarjota hennoille taimille sitä suojaa, mitä ne varsinkin alkuvuosina ehkä tarvitsevat. Pääsyy miksi siemenpuuasentoaloilla olevien alikasvosten pystyyn polttamisesta on nykyisin melkein kokonaan luovuttu, on sama kuin maahanhakkuun jälkeen poltosta luopumisen, nimittäin siemenpuitten huono säilyminen kulotetulla alalla.

Nykyisin tapahtuu alikasvoksen valtaamilla aloilla päähakkuu toisella tavalla. Kun kokemukset hyvin pian opettivat, että siemenpuita ei huolellisinkaan toimenpiteisiin ryhtyen voitu täysin varjella, muutettiin hakkuutapa lohkottaiseksi paljaaksihakkuuksi. (Kuva 18). Tällaiselta alalta hakataan nytkin alikasvos ja roskapuut maahan ja poltetaan. Usein suoritetaan poltto myös alikasvoksen ollessa pystyssä. Työ tällöin on paljon helpompaa suorittaa kun ei ole siemenpuita varjeltavana. Oikeastaan ei ole muusta huolehdittava kuin jätteiden perusteellisesta palamisesta ja siitä, ettei tuli pääse riistäytymään kulotettavan alan ulkopuolelle. Polton jälkeen suoritetaan kylvö. (Kuva 19). Viime vuosina on yhä enemmän turvauduttu hankikylvöön.

Hoitoalueiden vuosikertomuksista on kerätty tietoja luontaista nuorentumista tarkoittavien toimenpiteiden laajuudesta. Tutkimusalueen kaikkia hoitoalueita koskevina saadaan seuraavat alat:

V.	1923	1101.00	ha
»	1924	1086.70	»
»	1925	1604.40	»
»	1926	1877.21	»
»	1927	2267.16	»
Yhteensä		7936.47	ha



Kuva 16. Siemenpuuasentohakkaus. Kuusialikasvos hakattu, ala toistaiseksi kulottamatta. Taustalla hakkaamaton, sankka alikasvos. Loimolan h.alue. — *Abb. 16. Schirmschlag. Der Fichtenunterwuchs abgeholzt, das Gebiet vorläufig ungeschwendet. Im Hintergrund unberührter, dichter Unterwuchs. Revier Loimola.*



Kuva 17. Siemenpuuasentohakkaus. Ala perattu, mutta on vielä kulottamatta. Suojärven etel.h.alue. — *Abb. 17. Schirmschlag. Das Gebiet gerodet, aber noch nicht geschwendet. Revier Süd-Suojärvi.*



Valok. Mikko Kotivuori.

Kuva 18. Suuri, kulotettu paljaaksihakkuuala. Etualalla palaneita alikasvoskuusia, taustalla siemenpuita, joista suurin osa on kulotettaessa kuivunut. Suojärven etel.h.alue. — *Abb. 18. Ein grosser, geschwendeter Kahlschlag. Im Vordergrund abgebrannte Unterwuchsfichten, im Hintergrund Samenbäume, von denen die meisten bei der Schwendung verdorrt sind. Revier Süd-Suojärvi.*



Valok. Mikko Kotivuori.

Kuva 19. Paljaaksi hakattu ala kulotettu, jonka jälkeen suoritetaan kylvö. Taustalla joitakin siemenpuita. Suojärven etel.h.alue. — *Abb. 19. Kahlgeschlagene, geschwendete Fläche, die nach dem Brand besät wird. Im Hintergrund einige Samenbäume. Revier Süd-Suojärvi.*



Kuva 20. Kuusialikasvosta runsaammin kankaan itä-kuin länsirinteellä (vasemmalla). Toistaiseksi raivaamaton hakkuuala, Suojärven pohj.h.alue. — *Abb. 20. Auf dem östlichen Abhang reichlicherer Fichtenunterwuchs als am westlichen. Eine vorläufig noch ungerodete Hiebfläche. Revier Süd-Suojärvi.*

Tätä alaa ei voida katsoa kokonaisuudessaan kuusialikasvosta kasvaneeksi, sillä luonnollisesti on tullut muunkinlaisia aloja raivatuksi. Alikasvosten yleisyyteen katsoen voidaan kuitenkin sanoa, että ainakin puolet alasta, mutta todennäköisesti enemmän on ollut niiden hallussa. Vaikka oltaisiin niinkin varovaisia, että ainoastaan puolella edellämainitulla alalla otaksuttaisiin olleen alikasvosta, on sitä tullut raivatuksi huomattavat alat. Silmiinpistävää on hakkuualojen raivausten jyrkkä nousu vuosi vuodelta. *Niinpä voidaankin joltisellakin varmuudella olettaa, että kuusialikasvoksien levenemistä ehkäisevät nykyisin hakkausalain raivaukset suuremmassa määrässä kuin kulot.*

Ei ole varmaa tietoa siitä, kuinka nopea on nykyisin alikasvosten alanvaltaamisprosessi. Todennäköisesti se on ollut aikaisemmin ainakin absoluuttiseen alaan nähden suurempi kuin viimeisinä aikoina. Kuuselle kiitollisemmat alat ovat näet jo aikaisemmin joutuneet sen valtaan, jonka vuoksi kuusi on myöhemmin voinut levitä vain vaikeammin vallattaville kangasmaille tai suhteellisen pienille, myöhemmin syntyneille kuloalueille. Nykyisten metsäpalojen ja hakkuiden alat yhteensä ovat sen vuoksi jokseenkin varmasti suuremmat kuin kuusen tällä hetkellä tapahtuvat uusien alojen valtaukset. *Tämän vuoksi voidaan katsoa kuusialikasvoksien kokonaisalan tutkimusalueella saavuttaneen jo maksiminsa. Näistä ajoista alkaen niiden ala on todennäköisesti vähenemässä* mikäli hakkuualain raivaukset edelleenkin pysyvät nykyisellään. Näin voidaan katsoa olevan siinäkin tapauksessa, että mahdollisesti kuusi uudelleen tunkeutuu alikasvoksista paljastetuille aloille.

ALIKASVOKSIEN EMÄMETSÄT.

Kuusialikasvosten suuren levenemisen vuoksi kiintyy huomio tutkimusalueella siihen, missä ovat ne metsät, joista alikasvokset ovat saaneet alkunsa. Edellä on jo puulajien jakaantumista selostettaessa käynyt selville kuusikoiden suhteellisen pieni osuus kangasmaiden valtametsinä ja että syynä tähän ovat olleet aikoinaan yleiset metsäpalot ja kaskiviljelys. Kangaskuuset eivät näin ollen ole voineet olla kovin suuressa määrässä aiheena alikasvosten syntymiselle, vaan on emämetsät haettava muualta eli korpimailta, joilla kuusimetsiä on aina ollut.

Korpikuusten ja kankaalle levenevien kuusten välinen suhde on meillä yleisesti tunnettu. Lakari (1915) ja Aaltonen (1919) mainitsevat, miten

Pohjois-Suomessa kuusi on korvista noussut kuivillekin kankaille. HEIKINHEIMO on kiinnittänyt huomiotaan samaan seikkaan. Hänen havaintojensa mukaan (1915) kuusta on ollut eniten niillä ylipaloaloilla, joiden reunalla viljelyksen aikana on ollut kuusikorpi. (Vrt. myös HEIKINHEIMO, 1920 d). »Että kuusikot esim. osissa Rautavaaraa, Paltamoa, Sotkamoa, Korpiselkää, Ilomantsia y.m. ovat verraten yleisiä», huomauttaa CAJANDER (1916, s. 697—698), »riippunee lähimmiten siitä, että niillä seuduilla on paljon korpia ja korventapaisia maita, joilla kulot eivät ole koskaan voineet päästä varsin suureen valtaan.» Nimenomaan Raja-Karjalan kuusialikasvoksista sanoo CAJANDER (1917, s. 180), että niitä tavataan etenkin sellaisilla paikoilla, missä kuivat kankaat ja korpinotkot vuorottelevat. Korvista on kuusi tiheänä alikasvoksena levinnyt männikön alle. (Vrt. myös MULTAMÄKI, 1919). Ruotsalaisista tämänsuuntaisista havainnoista mainittakoon m.m. ASPEGRÉNin (1898) Norrlannin oloja koskevat. Sielläkin on havaittavissa voimakas kuusen leveneminen kankaille juuri korpimailla olevista emämetsistä.

Nimenomaan Raja-Karjalan valtionmailla vallitsevissa olosuhteissa on korpikuusten osuus alikasvosten syntymisessä silmiinpistävä. Korvet ja kuusialikasvokset kulkevat täällä käsikädessä. Laajoilla aloilla ei kangasmailla ole ollenkaan siemennyskykyisiä kuusia, mutta siitä huolimatta saattavat kuusialikasvokset olla hyvin yleisiä. Erittäin suuri merkitys alikasvosten levenemiselle on näinollen Raja-Karjalassa vallitsevalla n.s. karjalaisella suokompleksityypillä, joka, kuten aikaisemmin on selvitetty, on yleinen suurella osalla tutkimusaluetta. Parhaiten huomaa tämän vertaamalla kuusialikasvosten esiintymistä sellaiseen seutuun, jossa soitten ryhmittyminen on toisenlaatuista ennenkaikkea siinä suhteessa, että korpien osuus on vähäistä. Siellä ovat alikasvoksetkin harvinaisempia ja laadultaan erilaisia. Ne ovat epätasaisempia ja usein myös harvempia. Jos korvet ja samalla myös siementävät kuuset joutuvat tarpeeksi kauaksi, puuttuvat kuusialikasvokset kokonaan.

Mutta alikasvokset tutkimusalueella eivät esiinny yksistään korpikuusikoiden välittömässä läheisyydessä, joskin tätä voidaan pitää pääsääntönä. Yleisiä ovat myöskin tapaukset, että kangasta ympäröivät suot ovat mäntyä kasvavia rämeitä tai puuttomia nevojakin ja kuitenkin on kankaalla tiheä kuusialikasvos. Monessa tapauksessa tällöinkin on rämeen reunalla korpimainen vyöhyke, jossa kasvaa joitakin kuusia. Ne saattavat olla kankaalla olevan alikasvoksen emäpuita, sillä kuusialikasvoksien

syntymiseen ei välttämättä tarvita runsaasti siemenpuita. Niinpä mainitsee m.m. Heikinheimo (1915, s. 131), että 60—70 m leveitten kaskialojen yhdellä reunalla olevat muutamat kuuset kykenevät siementämään alan. Joskus tavataan suurenlaisten räme- ja neva-alueiden keskellä olevilla kangassaarillakin kuusialikasvoksia, vaikka soilla enempää kuin kankaillakaan ei ole siementäviä kuusia. Alikasvos itse ei tavallisesti kykene tuottamaan siementä. Puissa ei yleensä havaita käpyjä eikä niitä ole maassakaan, joskin toiselta puolen on myönnettävä, että kävyt täällä kuten Heikinheimon (1920 b) mukaan Pohjois-Suomen paksusammaltyypin mailla helposti katoavat sammaleeseen. Kasvullista uudistumista, jonka Heikinheimo (1922) sanoo olevan yleistä paksusammaltyypin kuusikoissa, ei esiinny kuin aniharvoisa tapauksissa Raja-Karjalan kuusialikasvoksissa. Kuusten latvukset eivät ulotu niin alas, että kasvullinen uudistuminen oksista olisi suuremmassa määrässä mahdollista. Näinollen sellaisille kankaille, joiden läheisyydessä soillakaan ei ole siementäviä kuusia, on siemenen täytynyt kulkeutua kauempaa.

Itse asiassa onkin tämänlaatuinen havupuittemme siementen puolittainen kaukoleveneminen varsin yleistä. Kovan tuulen mukana saattaa siemen lentää paljoa kauemmaksi kuin mihin se muuten pystyisi. Kevät-hankia pitkin varsinkin avonaisilla nevoilla ja harvapuisilla rämeillä voi siemen helposti vieriä pitkiäkin matkoja. Cajander (1916) huomauttaa, että Lapissa voi mäntyä ilmestyä kangassaarille vaikka emäpuut saattavat olla kilometrien päässä, ja Ilvessalo, L. (1923) on löytänyt Raivolan lehtikuusimetsästä kotoisin olevia lehtikuusia neljänkin kilometrin päässä emämetsästä. Mitä erikoisesti kuusen siemenen levenemiseen tulee, ei liene olemassa kovin suuria eroja esim. männyn siemeneen verraten. Hankikuletusta ei kuitenkaan tapahtune yhtä suuressa määrässä kuin männyllä, sillä kuusen siemenet varisevat suureksi osaksi ennen varsinaista hankikeliä. Heikinheimon (1915) mukaan kuusi karistaa siemeniä usein jo syystalvella, mutta pääasiassa sydäntalvella, jolloin varsinaista hankea ei vielä ole. Joka tapauksessa on Raja-Karjalassa yleisesti kulkeutunut kuusen siementä emämetsistä pitkien matkojen päässä oleville kankaille muodostaen siellä alikasvoksia. Syntyneiden alikasvosten laadusta voi päätellä, että siemen on saapunut vähitellen. Sellaisia tasaisia alikasvoksia kuin korpien läheisyydessä, ei näillä korvista ja siis siementävistä kuusista kauempana olevilla kankailla tavata kovin yleisesti.

Vaikkakin alikasvokset pääasiassa ovat korpikuusten jälkeläisiä, ei sillä ole sanottu, etteikö myös kangaskuusilla olisi osuutta alikasvosten syntymisessä. Aikaisemmin on jo osoitettu, että tutkimusalueella on myös-

kin kuusivaltaisia metsiä, joskin suhteellisen vähän. Samalla on mainittu kuusia olevan sekapuuna mänty- ja koivuvaltaisissa metsissä. Kun kulo- tai kaskiala rajoittuu tämänlaatuiseen metsikköön, kylvävät reunalla olevat kangaskuuset sille kuusta. Lievän palon sattuessa saattaa notkopaikkoihin paloalan keskellekin jäädä kuusia siemenpuiksi. Jos ala on lisäksi lähellä korpea, voi syntynyt alikasvos polveutua sekä kangas- että korpikuusista.

ALIKASVOSTEN PAIKALLINEN ESIINTYMINEN.

ESIINTYMINEN SAMAN KANKAAN ERI OSILLA.

Niinkuin edellä on osotettu, vaikuttaa välimatka kuusialikasvosten laatuun varsinkin silloin kun se on huomattavan suuri. Mutta tämä vaikutus havaitaan silloinkin kun emämetsä on likipitäen alikasvosmetsikön



Kuva 21. Kuusialikasvoksen leveneminen kankaalla. — *Abb. 21. Ausbreitung des Fichtenunterwuchses auf einer Heide. Korpi = Bruchmoor, Kangas = Heide.*

vieressä tai ainakin suhteellisen lähellä sitä. Tässä yhteydessä otetaan tarkastettavaksi alikasvospuiden jakaantuminen saman kankaan eri osilla ja nimitetään sitä paikalliseksi levenemiseksi erotukseksi aikaisemmin selostetusta alueellisesta levenemisestä.

Kuva 21 esittää kaavamaisesti alikasvosten yleisimmän jakaantumistavan kankaalla. Tiheimmillään on alikasvos tavallisesti kankaan laidalla lähellä korpea. Siitä kankaalle ylöspäin mentäessä se tavallisesti harvenee kunnes taas toista laitaa lähetessä alkaa muuttua tiheämmäksi, jos silläkin laidalla on korpi. Tämä johtuu luonnollisesti siemenen tulon erilaisuudesta kankaan eri osille. Siemenpuita lähempänä olevat osat ovat saaneet enemmän siementä kuin kauempana olevat ja siitä johtuu ero ainakin pääasiassa.

Kuinka laajalle alalle tämänlaatuinen erilaistuminen ulottuu riippuu monista seikoista. Ennenkaikkea vaikuttavat ne olosuhteet, joissa siementyminen on tapahtunut. Siemenen runsaus, siemenpuiden pituus ja niiden etäisyys ovat luonnollisesti olleet huomattavina tekijöinä. Sen vuoksi saattaa toisissa tapauksissa erikoisen tiheä alikasvos olla vain kapealla vyöhykkeellä kankaan laidalla, toisissa se taas jatkuu kauemmaksi kankaalle. Harvinainen ei myöskään ole varsinkin pienemmillä kankailla sellainen ilmiö, ettei eroa lainkaan havaita, vaan jatkuu alikasvos yhtä tasaisesti kankaan laidalta laidalle.[1]

Jos kangas on loivasti nouseva ympäristön soista ja olosuhteet muuten ovat olleet samanlaisia, ei ole sanottavaa eroa alikasvoksen levenemisessä eri rinteillä. Sitävastoin näyttää niinkuin korkeahkojen harjujen pohjois- tai itärinteillä alikasvos olisi tavallisesti jonkunverran tiheämpää kuin etelä- tai länsipuolella, seikka, mistä m.m. Segerdahl (1852) huomauttaa. Kuva 20 osoittaa erästä sellaista tapausta Suojärven pohjoisesta hoitoalueesta. Pohjoisesta etelään kulkevan särkän itärinteellä on melko runsaasti kuusia, länsirinteellä sitävastoin ei ole kuin muutamia. Emämetsät ovat molemmissa tapauksissa jokseenkin yhtä kaukana rämeen takana. Mikä tämmöiseen ilmiöön voisi olla syynä ei ole riittävästi selvitetty. Korkeahkoilla verrattain jyrkkäreunaisilla harjuilla voi pohjoispuolisilla rinteillä olla maan kosteus suurempi kuin päinvastaisella puolella, johon auringon säteet sattuvat pienemmässä kulmassa, joten niiden kuivattava vaikutus voi olla suurempi kuin pohjoisrinteellä. (Vrt. Aspegrén, 1902). Krausen mukaan asianlaita onkin todella näin.[2] Mitä lämpötilan eroon tulee pohjois- ja etelärinteillä, ei m.m. Lundegårdh (1925) pidä sitä kovin huomattavana.

Alikasvoksen levenemisestä eri tavalla kankaan eri osille voitaisiin tutkimusalueelta esittää esimerkkejä miten paljon tahansa. Seuraavassa tyydytään esittämään eräitä näytteitä kolmelta lähemmin tutkitulta metsätyypiltä. Kaikki esimerkit ovat $^1/_4$ ha:n suuruisia, täsmälleen neliön muotoisia koealoja, jotka ovat sattuneet kankaan laitaosille ja joilla ylikasvos on jakaantunut tasaisesti yli koealan. Näinollen on ylikasvoksen mahdollinen vaikutus kaikkialla suunnilleen samanlainen. Kultakin lukuympyräriviltä merkittiin puut erikseen. Korpea lähinnä olevia ympyrärivejä merkitään merkillä I ja seuraavia peräkkäin II, III ja IV.

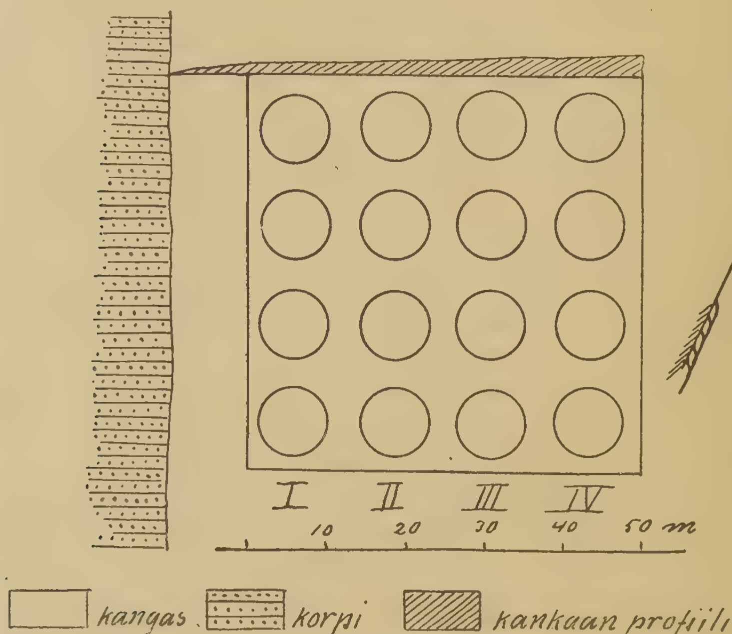
[1] Tavallisesti on kuitenkin kankaan äärimmäinen laita n. 2 à 3 m:n leveydeltä ilman alikasvosta. Onko tämä sattuma tai asian luonteeseen kuuluva ei tutkimuksista käy riittävästi selville. Liiallinen kosteus ei tähän voine olla syynä.

[2] Lundegårdhin (1925) teoksesta.

Jokainen rivi on viereisestä 12.5 m päässä. Puitten lukumäärät koskevat 1.3 m:n pituisia tai sitä suurempia alikasvospuita.

Näyte I. Koeala n:o 42. VT.

Kuva 22 selvittää koealan muodon, lukuympyröiden sijoituksen sekä korven ja kankaan keskinäisen aseman.



Kuva 22. Koeala n:o 42 ja sillä olevat lukuympyrät. — *Abb. 22. Probefläche Nr. 42 mit den Berechnungskreisen. Kangas = Heide, korpi = Bruchmoor, kankaan profiili = Profil des Bodens.*

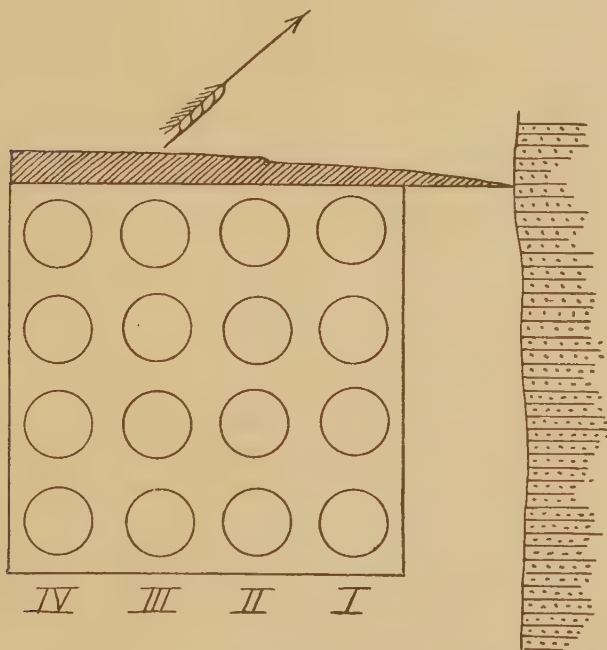
Puiden lukeminen antoi seuraavat tulokset:

Ympyrärivi	I,	puita	354	kpl	100 %
»	II,	»	313	»	88 »
»	III,	»	252	»	71 »
»	IV,	»	203	»	57 »
Yhteensä			1122	kpl.	

Asetelma osoittaa, että tässä tapauksessa alikasvospuiden väheneminen korvesta käsin kankaalle mentäessä tapahtuu jokseenkin säännöllisesti. Ympyrärivin I etäisyys korvesta on n. 16.0 m ja seuraavien peräkkäisesti

n. 28.5, 41.0 ja 53.5 m. Korven reunasta laskien on n. 53.5 m:n etäisyydellä vain vähän enemmän kuin puolet siitä puuluvusta mitä on n. 16.0 m:n etäisyydellä. Koealan ulkoreunalta jatkuu vielä alikasvosta. Havaintojen puuttumisen vuoksi ei voida sanoa, jatkuuko harvenemista vielä sielläkin. Luultavasti näin tapahtuu ellei kankaan toisella puolella oleva korpi ala jo vaikuttaa päinvastaiseen suuntaan. Kankaalla itsellään ei ole siementäviä kuusia.

Näyte 2. Koeala n:o 39. MT. Kuva 23.



Kuva 23. Koeala n:o 39 ja sillä olevat lukuympyrät. Piirroksen selitys sama kuin kuvassa 22. — *Abb. 23. Probefläche Nr. 39 mit den Berechnungskreisen. Erklärung der Zeichen wie in Abb. 22.*

Lukutuloksista saadaan seuraava asetelma:

Ympyrärivi	I,	puita	141	kpl	100	%
»	II,	»	78	»	55	»
»	III,	»	85	»	60	»
»	IV,	»	80	»	57	»
Yhteensä			384	kpl.		

Tässäkin tapauksessa käy selvästi ilmi alikasvoksen suurempi puuluku korpea lähempänä olevalla koealan reunalla. Ympyrärivillä I, jonka etäisyys korvesta on keskimäärin n. 20 m, on enimmän puita. Seuraavilla, joiden etäisyys on n. 32.5, 45.0 ja 57.5 m, on jokseenkin sama määrä puita. N. 32.5 m päässä korvesta alkaa tässä tapauksessa suunnilleen tasainen puiden jakaantuminen alalle ja se säilyy koealan toiselle reunalle saakka eli n. 57.5 m:n etäisyydelle korven laidasta. Ympyrärivillä II olevat luvut ovat tässä tapauksessa vähän pienemmät kuin seuraavilla, vaikka niiden pitäisi oikeastaan olla suurempia tai ainakin yhtä suuria. Tämä johtuu osittain siitä, ettei puiden jakaantuminen ole niin ehdottoman säännöllistä näissäkään luonnonmetsiköissä, mutta etupäässä ehkä siitä, että toisella ympyrärivillä parin ympyrän kohdalle sattui pienoinen kalliorinne, joka on alentanut tuloksia. (Vrt. kuvà 23 profiilia).

Koealan ulkopuolella korvesta laskien jatkuu alikasvos samanlaisena kuin pääosalla koealaa. N. 50 m koealan ulkoreunasta on vastakkaisella puolella korpi, josta myös on levinnyt kuusta kankaalle. Tämäkin seikka voi olla selityksenä alikasvoksen suhteellisen tasaiselle esiintymiselle. Kangas on aikoinaan palanut, joten vanhempia kuusia ei ole säilynyt. Ainoat siementävät kuuset ovat viereisissä korvissa.

Näyte 3. Koeala n:o 47. OMT.

Edellisten lisäksi esitettäköön vielä näytteeksi lukuja OMT:ltä. Kun koealan muoto ja ympyrärivien asemat ovat samanlaisia kuin edellisissä esimerkeissä, ei ole katsottu olevan syytä enää valaista asiaa piirroksella.

Ympyrärivien etäisyys viereisestä korvesta on I n. 12 m, II n. 24.5 m, III n. 37.0 m ja IV n. 49.5 m.

Lukutulokset ovat seuraavat:

Ympyrärivi	I,	puita	230	kpl	100 %
»	II,	»	127	»	55 »
»	III,	»	109	»	47 »
»	IV,	»	80	»	35 »
Yhteensä			546	kpl.	

Tässä tapauksessa on alikasvoksen harveneminen jyrkempi kankaan keskustaan päin mentäessä kuin edellisissä esimerkeissä. N. 49.5 m:n keskietäisyydellä korven laidasta laskien on puiden luku vain 35 % siitä mitä se on n. 12 m:n etäisyydellä.

Esimerkit osoittavat sen, minkä kuusialikasvoksia tarkasteltaessa myös pian huomaa, että puuluku samassa alikasvoksessa

pinta-alayksikköä kohti on yleensä erilainen emämetsän etäisyydestä riippuen muuten samanlaisissa oloissa. Mitä kauempana emämetsä on, sen vähemmän on puita pinta-alayksiköllä ja päinvastoin. Jo n. 50 metrin lisämatka saattaa tavallisissa oloissa aiheuttaa puuluvun vähenemisen puolella. Tästä säännöstä on kyllä lukuisia poikkeuksia puoleen ja toiseen. Sääntö ei myöskään koske eri alikasvoksia toisiinsa verraten. Niissä saattaa olla hyvin erilaisia puulukuja, kuten myöhemmin tullaan näkemään, vaikka etäisyys emämetsästä olisikin yhtä suuri.

ESIINTYMINEN YLIKASVOKSESTA RIIPPUEN.

Alikasvoksien paikallisessa esiintymisessä on ylikasvos ja varsinkin sen puulajit otettava huomioon. Missä ylikasvos on puhdas kuusikko tai vaikkapa vain runsaasti kuusivaltainen sekametsä, siellä kuusialikasvokset ovat yleensä heikkoja jopa kokonaan puuttuvatkin. Tästä seikasta huomauttaa m.m. BLOMQVIST (1891) mainiten, että vanhaan kuusikkoon ei alikasvosta synny, ja SCHIFFEL (1906) sanoo: »Es kann zwar keine einzige Holzart unter dem Kronendache der eigenen Spezies fortkommen.» HEIKINHEIMON (1922) mukaan on Pohjois-Suomen kuusimetsissä taimia yleensä vähän. Harvemmissa Raja-Karjalan kuusikoissa, joita aikaisemmin on käsitelty harsintahakkuilla saattaa kyllä olla kuusinuorennosta, mutta se on tavallisesti aukkopaikoissa eikä sitä voi verrata niihin yhtäjaksoisiin alikasvoksiin, joista tässä on kysymys. Sama on laita korpikuusikoidenkin. Niissäkään ei tavata läheskään sellaisia alikasvoksia kuin kangasmailla. (Vrt. kuva 21). Suurimpana syynä alikasvoksen vähyyteen kuusiylikasvosten alla on pidetty liian suurta varjostusta. (Vrt. BLOMQVIST, 1891). Usein kylläkään ei tämä selitys tunnu todennäköiseltä, sillä alikasvosta puuttuu vaikka valtametsä on harvanlaista. Korpimailla metsät eivät yleensäkään ole kovin tiheitä, joten ainakin niillä näyttää alikasvokselle olevan valoa riittävästi. Kun tuntuu todennäköiseltä, että sekä kuusiylikasvos että alikasvos ottavat ravintonsa samoista maakerroksista, ei juurikilpailun vaikutus saata olla olematon.

Varsinaiset kuusialikasvokset ovat, kuten aikaisemminkin jo on mainittu, muodostuneet mänty- tai koivumetsiin tai näiden muodostamiin sekametsiin. Paitsi sitä minkä puulajin muodostamien ylikasvosten alle kuusialikasvoksia yleensä syntyy, on vielä kosketeltava lähemmin yli- ja alikasvospuiden asemaa toisiinsa nähden eli puiden tilajärjestystä.

Männyn taimiston jakaantumista emäpuihin nähden on erikoisesti Aaltonen (1919, s. 130—) selvitellyt Suomen Lapissa. Yleisenä huomiona sikäläisistä oloista esittää hän, että »*taimien runsaus ainakin joissakin tapauksissa aivan huomattavasti riippuu emämetsän tiheydestä l. taimiston ja emäpuiden välisestä etäisyydestä, kun taas toisissa tapauksissa tämä suhde on vähemmän selvä ja toisinaan tuskin ollenkaan huomattavissa.*»[1] Pientä taimistoa saattaa tosin olla milloin enemmän milloin vähemmän emämetsän tiheydestä riippumatta. Asianlaita muuttuu kuitenkin taimiston vanhetessa ja varttuessa. Esim. harvanlaisen männikön alle syntyneen taimiston kasvu Lapin kuivilla kankailla taantuu ennen pitkää ja jos emämetsä on tarpeeksi tiheätä, saattaa taimiston kasvu kokonaan pysähtyä. Parhaassa tapauksessa voivat taimet kuollakin. Joskaan näinollen pienten, alle 0.5 m korkuisten taimien runsaus Aaltosen (1919) mukaan ei näytä kovin paljon riippuvan emämetsästä, on taimiston myöhemmässä kehityksessä emämetsän vaikutus ratkaiseva. Tällöin on kuitenkin metsätyyppi otettava huomioon. Paremmilla metsätyypeillä on taimistoa runsaammin ja paremmin menestyvää kuin huonommilla ylikasvokseen nähden samanlaisissa olosuhteissa. Pohjoisissa metsissä on, huomauttaa Aaltonen (1923 b), alimetsällä tarpeeksi maanpäällistä tilaa, mutta maanalainen tila on tarkoin käytetty, joten siellä syntyy kilpailua ravinnosta. Paremmilla metsätyypeillä on ravintoaineita enemmän kuin huonoilla. Senvuoksi siellä voi taimistoakin esiintyä runsaammin ylikasvoksen ohella, seikka, josta myöskin Friecke (1904) huomauttaa. Tutkimuksiensa tuloksena esittää Aaltonen, että nuorennuksen tavallinen kitukasvuisuus tai sen kokonaan puuttuminen emäpuiden juurelta Lapin kuivissa kangasmetsissä ei voi johtua valonpuutteesta, vaan juuriston välisestä kilpailusta ravinnosta, jonka takia tavanmukaisen »valoteorian» tilalle olisi pantava »*ravintoteoria*»[1]. (Vrt. myös Borggreve, 1891). — Kuusi näyttää kuitenkin suhtautuvan emäpuihin jossain määrin eri tavalla kuin mänty Pohjois-Suomenkin kuivilla kankailla. Tikan (1928) tutkimusten mukaan saavat näet kuusen taimet paremmin jalansijaa ja sietävät enemmän emäpuiden varjostusta kuin mänty.

Myöskin Wiedemann (1925) on selvitellyt jonkunverran mäntyali- ja -ylikasvoksen keskenäistä suhdetta n.s. kestometsää koskevissa tutkimuk-

[1] Aaltosen harventama.

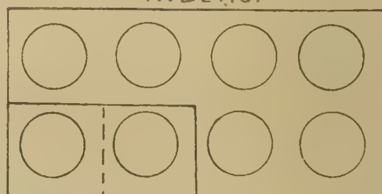
[1] Aaltosen harventama.

sissaan. Yleensä ei hänen tutkimuksistaan käy kovin ratkaisevasti selville taimiston puuttuminen emämetsän alta (vrt. esim. WIEDEMANNin puukarttoja s. 89), paitsi eräissä tapauksissa, joissa ylikasvosryhmät olivat suurempia. Alikasvokset saattoivat olla ryhmittäin ja aukkoisia, mutta usein oli aukkojen syntymiseen erilaiset vahingot syynä. Joskaan WIEDEMANN ei erikoisemmin painosta ylikasvoksen merkitystä alikasvoksen tilajärjestykseen nähden, pitää hän kasvupaikan merkitystä huomattavana. Niillä paikoilla, joilla alikasvos oli harvaa ja huonoa oli pintakasvillisuutena jäkälää ja muita huonon maan osoittajia. — Tässä yhteydessä sopii mainita myöskin BORGGREVEN (1891) havainnot yli- ja alikasvosten keskinäisestä järjestäytymisestä erilaisilla kasvupaikoilla. Lihavalla maalla alikasvos saattaa esiintyä välittömästi ylikasvospuiden rungon vieressä, kun sitävastoin laihemmalla kasvupaikalla samanlaisten ylikasvossuhteiden vallitessa alikasvosta ei ole ollenkaan tai on hyvin vähäisessä määrässä.

Yli- ja alikasvoksen tilajärjestyksestä tutkimusalueen metsissä esitettäköön ensiksi eräitä tyypillisiä näytteitä. Kuva 24 a ja 24 b esittävät kahta lukuympyrää koealalta n:o 14, MT. Ympyröiden asema koealalla sekä toisiinsa nähden käy selville kuvaan 24 a liittyvästä indeksistä. Koeala on matalahko, pieni kangas, jota molemmilla puolilla rajoittaa kuusikorpi. Kuusen levenemiselle kankaalle on ollut mitä parhaat edellytykset. Ylikasvos on solakkaa, miltei täystiheää mäntyä, seassa muutamia koivuja. Ylikasvos ja alikasvos ovat suunnilleen samanikäisiä, ikätutkimukset antoivat edelliselle iäksi 94 ja jälkimmäiselle 92 v. Alikasvos on kaikkein tiheintä laatua, 1.3 m pituisia ja sitä suurempia puita on ha:lla 29 880 kpl. Kuvassa näkyvät kuitenkin kaikki puut ympyrällä. Kun ylikasvos ja alikasvos ovat syntyneet samoihin aikoihin, ovat ne joutuneet taistelemaan kasvutilasta heti alunperin. Mänty nopeamman kasvunsa vuoksi on saavuttanut yliotteen jo verrattain pian, joten kuusi ei ainakaan maanpäällisillä kasvutilavaatimuksillaan ole tuottanut sille haittaa. Kuusi sitävastoin jäädessään kasvussaan männystä jälkeen on saanut kasvaa varjossa tai ainakin ylikasvoksen alla suurimman osan elämästään. 90-vuotisen ajanjakson aikana on kehitys jo ehtinyt sille asteelle, että tilajärjestyksessä pitäisi näkyä ne vaikutukset, joita ylikasvos mahdollisesti on aiheuttanut. Kartta osoittaa, ettei ylikasvospuut ole millään lailla vaikuttaneet alikasvospuiden sijoittumiseen. Niitä tavataan latvusprojektioiden — tässä tapauksessa mäntyjen — piirin sisäpuolella, vieläpä aivan lähellä runkojakin, yhtä hyvin kuin muuallakin. Merkille pantava on myöskin kuolleiden puiden esiintymispaikat. Puita ei näytä sortuneen ylikasvos-

1 2 3 4 5 m

1. o Alikasvoskuusi
2. + Kuollut alikasv. kuusi
3. ⊗ Ylikasvosmänty
4. ⊕ —·— koivu
5. ⊛ —"— haapa
6. ● Kanto (ylikasv.)
7. ⬭ Ylikasvoksen latvuspr.



Kuva 24 a. Puukartta koealalta n:o 14. MT. — *Abb. 24 a. Baumkarte von Probefläche Nr. 14. MT. 1. Unterwuchsfichte, 2. Abgestorbene Unterwuchsfichte, 3. Oberstandkiefer, 4. Oberstandbirke, 5. Oberstandespe, 6. Stumpf (Oberst.), 7. Kronenprojektion des Oberstandbaumes.* Indeksi = *Index.*

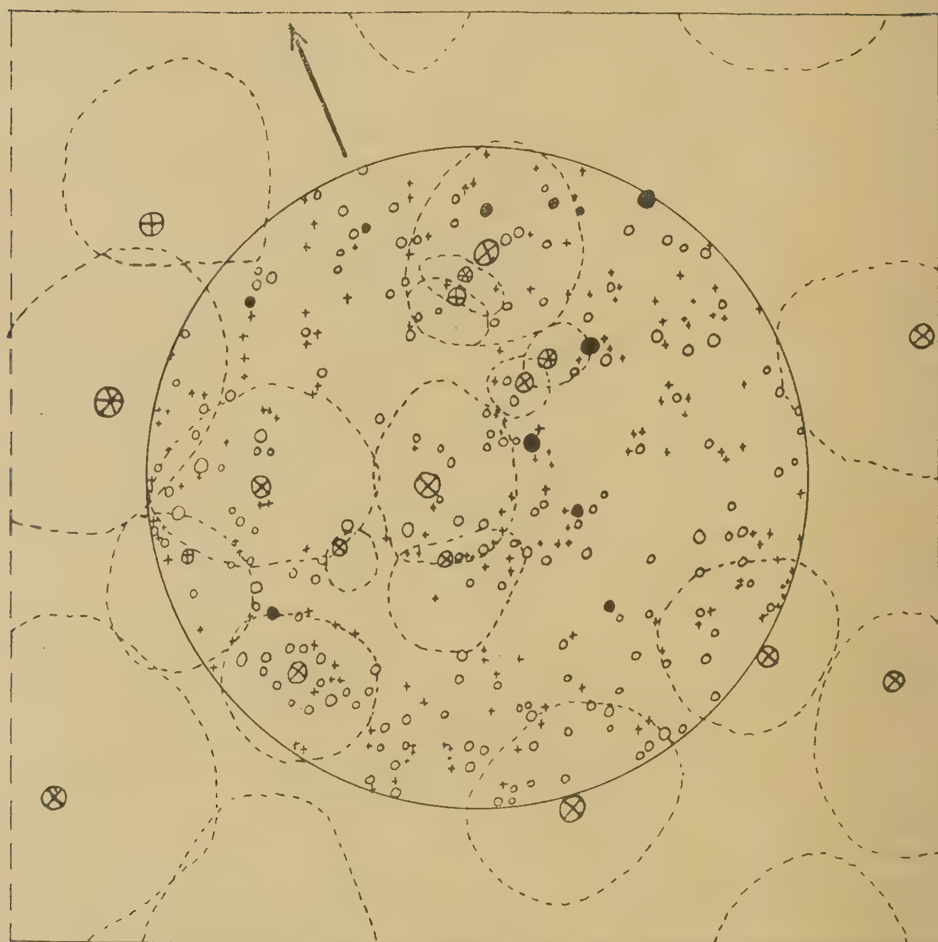
puiden lähistöltä suuremmassa määrässä kuin niistä kauempana olevilta paikoiltakaan. Kuolleiden puiden tasainen jakaantuminen osoittaa, että luontaisen harvenemisen on määrännyt pääasiassa alikasvoksen oma kehitys eikä ylikasvoksen vaikutus erikseen joihinkin alikasvospuuyksilöihin. Mikäli ylikasvos on vaikuttanut koko alikasvoksen kehitykseen, sikäli sillä luonnollisesti on myös vaikutusta kuusten kuolemiseen.

Jos ajatellaan sitä vaikutusta, minkä ylikasvos varjostuksellaan mahdollisesti aiheuttaa alikasvoksen tilajärjestykseen, ei luonnollisesti ole kiinnitettävä huomiota vain niihin latvusprojektioihin, jotka esim. näkyvät kuvassa 24 a. Lukuympyrällä olevien ylikasvospuiden latvusten varjot eivät satu kuin ehkä osaksi ympyrän piirin sisälle. Ellei muita puita olisi koko koealalla, joutuisi alikasvos lukuympyrällä todennäköisesti suoranaiseen auringon valoon, sillä ylikasvospuiden latvus on tarpeeksi korkealla. Koealalla ja vielä sen ulkopuolella on tässä tapauksessa ylikasvospuita suunnilleen yhtä tiheässä kuin kartalla näkyvällä osalla, joten alikasvos ympyrällä joka tapauksessa joutuu ylikasvoksen varjostuksen alaiseksi.

Kuva 24 b esittää samalta koealalta (n:o 14) viereistä lukuympyrää. (Vrt. indeksi). Tässäkin tapauksessa on ylikasvospuita joutunut lukuympyrälle useita. Alikasvos on tällä kohdalla jonkunverran harvempaa kuin edellisessä tapauksessa, mutta muuten se on jakaantunut tasaisesti koko alalle ilman erikoisempaa järjestäytymistä alikasvoksen puihin tai niiden latvusprojektioihin nähden. Jos jonkinlaista ryhmitystä on, ei sitä voida pitää ylikasvoksesta johtuvana, vaan aivan satunnaisena seikkana. Tällä ympyrällä voi kuolleiden puiden ryhmityksessä havaita keskittymistä samoille paikoille kuin elävienkin, mikä osoittaa siemenen tulon olleen erikoisen runsaan juuri näille paikoille. Kartalla näkyvät harvemmat paikat eivät tässäkään tapauksessa ole aukkoja vaan niilläkin kohdilla alikasvosten latvus on jokseenkin täydelleen sulkeutunut.

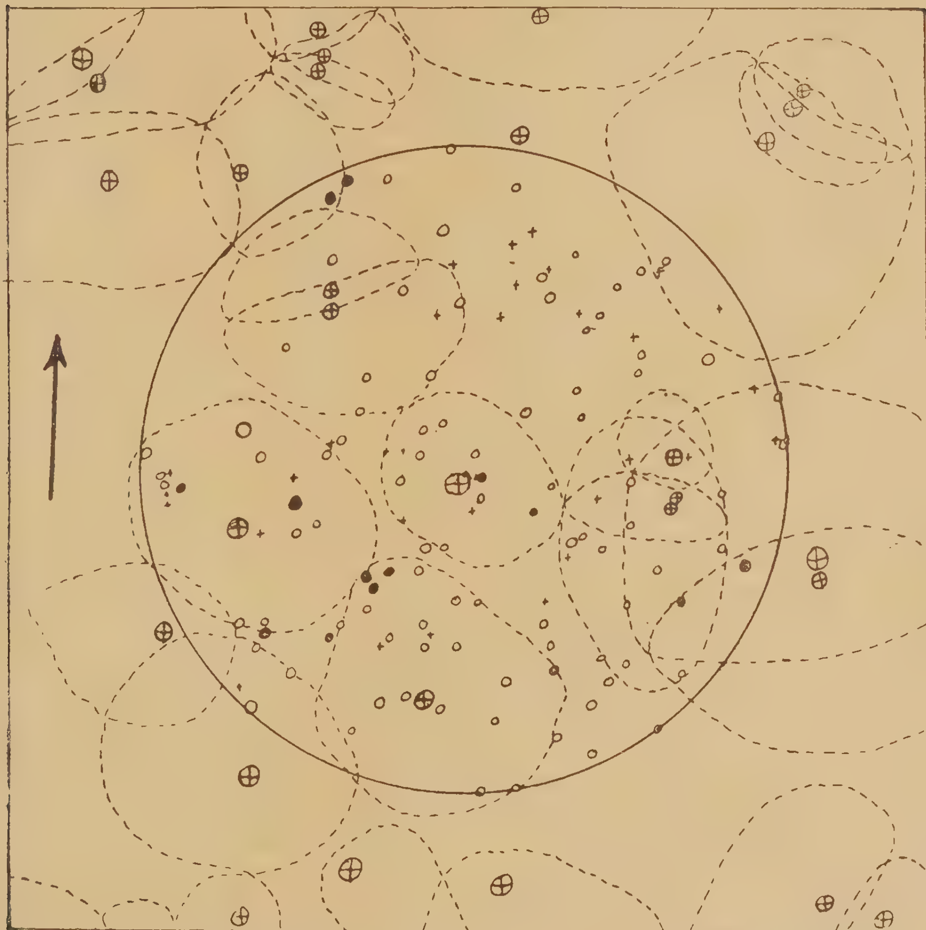
Kuva 25 esittää yhtä lukuympyrää käenkaali-mustikkatyypin koealalta n:o 19. Tässä tapauksessa on ylikasvos täystiheää, solakkaa ja tasaikäistä koivua, joka on syntynyt osittain siemenestä osittain kantovesoista. Puita on ha:lla 1,544 kpl., ikä 56 v., pituus keskimäärin n. 15 m. Alikasvoksen ikä on 44 v., 1.3 m ja siitä pitempiä puita ha:lla 11 360 kpl., piirroksessa näkyvät kuitenkin kaikki elävät puut sekä kuolleista ne, joista on selviä jälkiä olemassa.

Tässä tapauksessa on yli- ja alikasvoksen ikäero 12 v. Ylikasvoksella on näinollen ollut jo melkoinen etumatka ennen alikasvoksen tuloa alalle. Ylikasvoksen keskipuusta suoritetun runkoanalyysin mukaan sen



Kuva 24 b. Puukartta koealalta n:o 14. MT. Merkkien selitykset ja mittakaava samat kuin kuv. 24 a. — *Abb. 24 b. Baumkarte von Probefläche Nr. 14. MT. Zeichenerklärung wie in Abb. 24 a.*

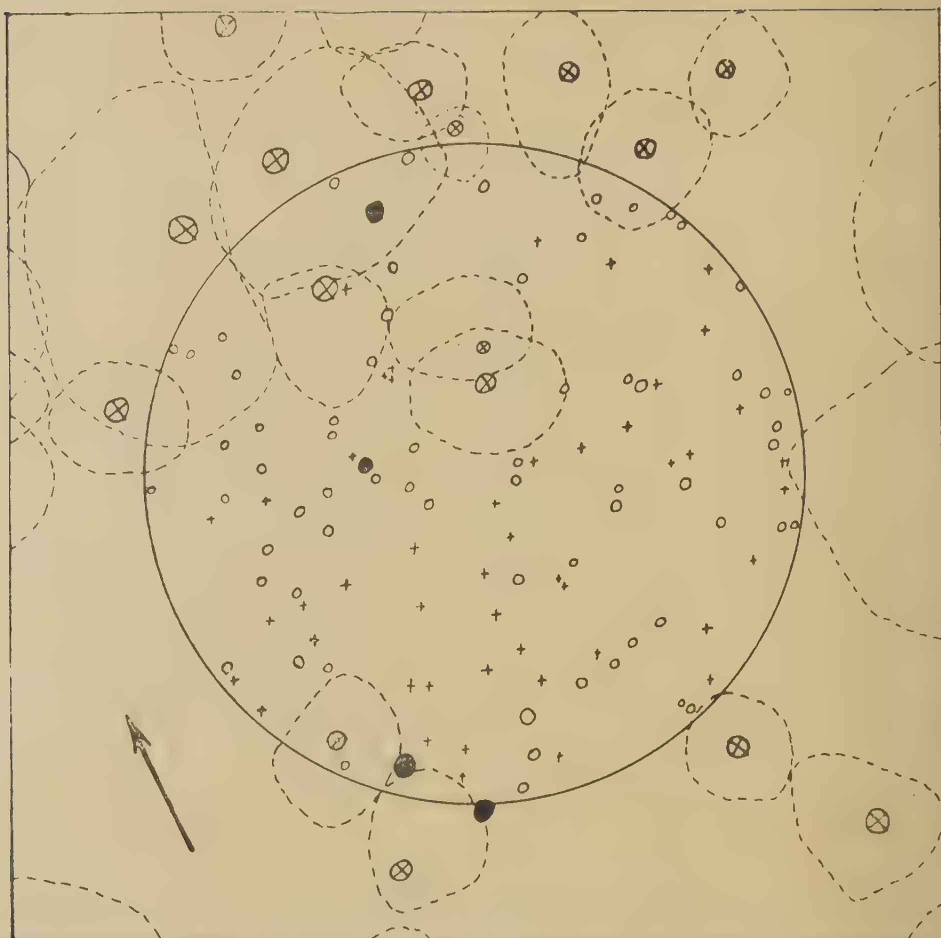
pituus on ollut 12 vuoden ikäisenä 2.7 m. Todennäköisesti ylikasvos on aina kasvanut täystiheänä, joten puiden luku on ollut suurempi ennen kuin nyt. Merkkinä luontaisesta harvenemisesta on koko koealalla kuten kuvankin osoittamalla kohdalla monet lahot kannot ja maassa olevat lukuisat rungot. Tähän täystiheään n. 2 à 3 m pitkään koivikkoon on kuusi tunkeutunut. Nykyisin on alikasvos tosin jonkun verran epätasaisesti sijoittunut, mutta tätä on pidettävä pikemmin sattumana. Selvää järjestäytymistä ylikasvospuihin nähden ei ole havaittavissa. Edellisiin esimerkkeihin verraten on tässä tapauksessa kuolleita puita paljon vähem-



Kuva 25. Puukartta koealalta n:o 19. OMT. Merkkien selitykset ja mittakaava samat kuin kuvassa 24 a. — *Abb. 25. Baumkarte von Probefläche Nr. 19. OMT. Zeichenerklärung wie in Abb. 24. a.*

män. Se voi johtua kenties siitä, ettei puita alunperin ole ollut kovin tiheässä, jonka vuoksi suurin osa on sopinut kasvamaan alalla nykypäiviin saakka, mutta yhtä hyvällä syyllä voidaan olettaa päätaistelun kasvutilasta tapahtuneen jo niin aikaisin, ettei siinä kuolleet puut ole enää näkyvissä. Kuusen levenemiselle ovat olosuhteet olleet erittäin kiitollisia, sillä koealan viereisellä kankaallakin on nyt ja aikaisemminkin on ollut siemennyskykyisiä kuusia.

Kuva 26 esittää koealalta n:o 25, VT, yhden lukuympyrän yli- ja alikasvoksineen.



Kuva 26. Puukartta koealalta n:o 25. VT. Merkkien selitykset ja mittakaava samat kuin kuvassa 24 a. — *Abb. 26. Baumkarte von Probefläche Nr. 25. VT. Zeichenerklärung wie in Abb. 24 a.*

Ylikasvosta on tässäkin tapauksessa pidettävä täystiheänä, sillä puita on ha:lla 944 kpl. iän ollessa 89 v. Muuten ylikasvos on solakkaa riukupuun kokoista jokseenkin puhdasta mäntyä. Latvukset ovat suhteellisen pieniä ja korkealla. Alikasvos on olosuhteisiin katsoen harvanlaista, mutta kuitenkin sitä on pidettävä täystiheänä, sillä latvuskatos on sulkeutunut. Niin peittävä se ei kuitenkaan ole kuin edellisissä tapauksissa. Tässä tapauksessa ei ylikasvospuita ole sattunut lukuympyrälle kovin montaa. Varsinkin ympyrän eteläpuolella on vähän puita. Ylikasvoksen varjostava vaikutus ei ainakaan ympyrän kohdalla saata olla kovin suuri. Ali-

kasvospuut ovat nytkin jakaantuneet melko tasaisesti niin sille osalle missä ylikasvospuita on runsaammin kuin sillekin missä niitä ei ole ollenkaan. Piirroksen vasemmassa ylälaidassa, jossa ylikasvoksen latvuskatos on tiheimmillään, näyttää tosin olevan alikasvosta harvemmalla kuin muualla. Ero on kuitenkin niin pieni, ettei sitä voida pitää ylikasvoksen vaikutuksena, vaan tässäkin tapauksessa sattumana. Omituisena seikkana on mainittava, ettei ympyrän vasemman puoleisessa alaosassa n. 6 neliömetrin alalla ole lainkaan eläviä alikasvospuita, mutta sitävastoin useita kuolleita yksilöitä. Ylikasvos ei voine olla syynä niiden kuolemiseen eivätkä puut muutenkaan näytä olleen niin tiheässä, että niiden olisi ollut pakko sortua keskinäisessä taistelussaan. Maanperänsä puolesta tämä pieni ala ei eronne sanottavasti ympäristöstään. Luultavasti tähän on joutunut niin heikkoja yksilöitä, etteivät ne ole jaksaneet siinä kasvaa. Niin kauan ne ovat kuitenkin pitäneet alaa hallusaan, ettei uutta alikasvosta ole ehtinyt vielä ilmestyä.

Esitetyt puukartat eivät tosin käsitä kovin suuria aloja, joten saatetaan olettaa laajemmilla aloilla näkyvän ehkä paremmin jonkinlaista ylikasvoksen vaikutusta alikasvoksen tilajärjestykseen. Lähempi tutustuminen tutkimusalueen metsiin kuitenkin osoittaa, *ettei muuallakaan havaita sanottavaa ylikasvoksen vaikutusta tässä suhteessa, vaan kuuset sijoittuvat mänty- ja koivumetsiin alikasvoksiksi jokseenkin riippumatta ylikasvoksista.*

Kuusen kyky olla alikasvoksena sekä sijoittautuminen ylikasvospuihin nähden on mäntyyn verraten olennaisesti erilainen. (Vrt. AALTONEN, 1925 a). Suurimpana syynä tähän on pidetty sitä, että kuusi on biologisesti vahvempi puulaji kuin mänty. Ennenkaikkea sanotaan erilaisuuden syyksi kuusen kykyä sietää suurempaa varjostusta. Jos tältä kannalta ajatellaan männyn mahdollisuuksia olla alikasvoksena niissä tutkimusalueen ylikasvoksissa, joissa kuusta nyt on runsaasti, ei männyllä ole suuria menestymisen toiveita. Ylikasvokset ovat sille liian tiheitä. Tutkimus alueella on sellaisia mäntymetsiköitä, sekä vanhoja että keski-ikäisiä, joissa kuusta ei vielä ole, mutta ei ole myöskään männyntaimistoa, vaikka ylikasvos on täysin siemennyskykyistä. Kuusen alan valtaukselle ei sellaisella paikalla näytä olevan mitään biologisia esteitä, sillä vastaavanlaisiin metsikköihin ja samanlaiselle kasvupaikalle on kuusi saattanut tunkeutua esteettömästi jollakin toisella kankaalla. Usein nähdään samalla kankaalla kuusen jo vallanneen alan, mutta sitten on kulo käynyt osalla alaa ja paljastanut sen kuusialikasvoksesta mänty-ylikasvoksen jää-

dessä jokseenkin koskemattomaksi. Jos ylikasvos on kohtalaisen tiheätä — sen ei tarvitse suinkaan olla täystiheätä — ei mäntynuorennosta tavallisesti synny, vaan kuusi ottaa uudelleen paikan haltuunsa. Itse kasvupaikkaa ei voida pitää männyn uudistumiselle sopimattomana, koska alalla on usein hyväkasvuinen mäntymetsä. Nykyisen männikön syntymisen jälkeen tuskin on voinut tapahtua maaperässä sellaisia muutoksia, että männyn uudistuminen olisi niiden kautta vaikeutunut.

Joskin, kuten m.m. Beck (1912) huomauttaa, valon merkityksen eliminoiminen puiden esiintymiseen ja kehitykseen vaikuttavista monista tekijöistä on vaikeata, johtuu edellämainitunlaiset tapaukset nähdessään välittömästi antamaan ensiarvoisen merkityksen männyn ja kuusen erilaiselle suhtautumiselle valoon. Samanlaisissa varjostussuhteissa kuusi voi esiintyä alikasvoksena, mänty sitävastoin ei, seikka, jota monet kerrat on kirjallisuudessakin painostettu. — Mutta syynä voi olla muitakin tekijöitä.

Aikaisemmin on jo viitattu siihen, ettei puulaji yleensä menesty saman puulajin alla. Usein ja varsinkin korpimailla tätä ei voi panna yksistään tiheän ylikasvoksen syyksi, koska metsikkö saattaa olla harvaa. Paksusammaltyypin kuusikot ovat myöskin niin väljiä, että ainakin kuusen valontarpeen pitäisi olla täysin tyydytetty päämetsän alla, kuten Aaltonen (1919) huomauttaa. Taimistoa ei kuitenkaan sanottavasti ole. Syynä voi olla juurikilpailu, joka nimenomaan näillä laihoilla mailla on suuri.

Juurikilpailun luonne ja muodostuminen erilaisissa olosuhteissa ei vielä ole läheskään täysin selvitetty. Monien muiden seikkain ohella on otettava huomioon ravintoaineiden jakaantuminen eri maakerroksiin. Kasvupaikalla tapahtuvat erilaiset prosessit kuten esim. huuhtoutuminen, humuksen tila ja laatu j.n.e. saattavat aiheuttaa huomattavasti puiden saatavissa olevien ravintoaineiden kerääntymistä eri kerroksiin tai vähentymistä toisista. Silloin kun kasvupaikka on saman puulajin metsittämä, saatetaan hyvällä syyllä olettaa juuriston leviävän pääasiallisesti samoihin maakerroksiin. Tällaisissa oloissa luonnollisesti juurikilpailu muodostuu kiivaammaksi kuin silloin kun juuret ovat olennaisesti levinneet eri horisontteihin. Itse asiassa viittaavat esim. Aaltosen edelläselostetut tutkimukset tämänlaiseen asiaintilaan. Huonommilla kasvupaikoillakin saattaa pientä taimistoa, jonka juuret ovat ainakin suureksi osaksi toisissa maakerroksissa kuin suurempien, esiintyä runsaasti emäpuiden alla. Taimiston varttuessa työntyvät sen juuret syvemmälle läheten siten vanhempien puiden täyttämiä maakerroksia joko horisontaalisessa tai vertikaalisessa suunnassa. Syntyy kilpailua ravinnosta, nuoremmat ja samalla

heikommat, aluksi suhteellisen hyväkasvuiset puut eivät jaksa kasvaa edelleen, ja hidastunutta ja lopulta kokonaan pysähtynyttä kasvua seuraa kuolema. Samantapaisen voidaan olettaa asian olevan kuusialikasvoksen pyrkiessä esiintymään kuusiylikasvoksien ohella. Koska tällöinkin on kysymyksessä sama puulaji, joutuvat sekä ali- että ylikasvoksen juuret pääasiassa samoihin maakerroksiin. Juuri kilpailun vuoksi heikommat puut sortuvat, mikä näkyy metsiköissä alikasvoksien puuttumisena kuusikoista. Mitä harvempaa ylikasvos on sitä pienemmän voidaan olettaa olevan juurikilpailunkin ja sitä suuremmat ovat alikasvoksen menestymismahdollisuudet.

Toisin on sitävastoin laita silloin kun on kysymys kuusialikasvoksista mänty- ja koivumetsissä. Männyn ja koivun juuristot pysyttelevät kuten yleensä on tunnettua syvemmissä maakerroksissa (vrt. m.m. Laitakari, 1927) kuin varsinkin alikasvoksena esiintyvän kuusen, jonka juuristo, kuten myöhemmin käy selville, on hyvin matala. Juurikilpailun ei tarvitse tämän vuoksi muodostua kovin kiivaaksi yli- ja alikasvoksen välillä.[1] Tästä taas on seurauksena alikasvoksen jakaantuminen kasvualalle jokseenkin riippumatta ylikasvoksesta. Kun ei voida olettaa yli- ja alikasvoksen koko juuristojen olevan täysin toisistaan eroitetut, vaan ne esiintyvät osittain samoissakin maakerroksissa, syntyy juurikilpailuakin. Tämä puolestaan voi johtaa alikasvoksen huonoon kasvuun. Juurikilpailun vuoksi pitäisi myöskin ylikasvoksen kasvun olla huonomman alikasvoksen ohella kuin muuten. Tässä suhteessa ei kuitenkaan esilläolevan tutkimuksen yhteydessä ole tehty erikoishavaintoja, mutta jotkut saksalaiset (vrt. esim. Borggreven ja Zetschen s. 38 ja 39 selostettuja julkaisuja) tutkimukset viittaavat siihen, joskin päinvastaisiakin mielipiteitä on selitetty (vrt. esim. s. 42 selostettuja Frömblingin mielipiteitä). Valtakunnan metsien arvioimisessa saadut tulokset Laatokan pohjoispuolisista metsistä osoittavat keskimäärin hiukan huonompaa kasvua kuin muualla vastaavilla metsätyypeillä (vrt. s. 32). Missä määrin tämä johtuu siellä yleisesti tavattavista kuusialikasvoksista tai muista seikoista, jääköön tässä yhteydessä lähemmin koskettelematta.

[1] Juuriston erilainen sijaitseminen maassa ei kuitenkaan voi selittää sitä, että mänty ei kykene esiintymään alikasvoksena esim. kuusimetsissä. Tässä tuskin voi yleensä olla syynä muu kuin männyn suuri valontarve, joka ei tule tyydytetyksi varjoisissa kuusimetsissä.

IKÄTUTKIMUKSET.

IÄN MÄÄRÄÄMINEN.

Kasvavan puun ikä voidaan määrätä useammalla tavalla. Jos kysymyksessä on keinollisesti perustettu metsikkö, voidaan ikä laskea kylvämis- tai istutusajasta. Luonnonsiemennyksestä syntyneen puun ikää ei sitävastoin voida näin saada selville, vaan on se laskettava joko kokemuslukujen perusteella, vuosilustoista tai oksakiehkuroista. Kokemuksen perusteella määrätty ikä on yleensä vain likimääräinen ja samaa voidaan sanoa oksakiehkuroista lasketusta, mikä muutenkin käy päinsä vain suhteellisen nuorissa ja sellaisissa puissa, jotka vuosittain muodostavat selvät oksakiehkurat. Kun on kysymyksessä luonnonoloissa syntyneet kuusimetsät, ei puiden ikää voida määrätä muutoin kuin lukemalla vuosilustot määrätyltä kohdalta tehdystä poikkileikkauksesta. Tässä tutkimuksessa on täytynyt yksinomaan käyttää tätä menetelmää.

Menetelmään liittyy kuitenkin, niinkuin kaikissa tätä seikkaa koskevissa tutkimuksissa on painostettu, virhemahdollisuuksia. Erikoisesti on virheiden syntyminen otettava huomioon silloin kun on määrättävänä hidaskasvuisten alikasvoskuusten ikä. Jo iän määräämiskohdan, esim. juurenniskan, tarkka löytäminen tuottaa erikoisesti kuusissa vaikeuksia. Aivan pienissä puissa saattaa tämä kohta olla maanpinnan tasalla, joten niissä siltä kohdalta tehdystä leikkauksesta saadaan määrätyksi suunnilleen oikea ikä.[1] Mutta puun kasvaessa, kuten m.m. Heikinheimo, (1920 a, s. 5) huomauttaa, »— kuusissa kohoaa juurenniska tuntuvasti puun syntymäkohdan yläpuolelle siitä syystä, että alkuperäiset, valtajuuriksi kehittyneet juuret kasvavat etupäässä korkeutta».[2] Flury (1924) mukaan siirtyy juurenniska myöskin puun painuessa syvemmälle maahan. Maanpinnan tasalta tehty leikkaus ei näinollen anna todellisessa juurenniskassa olevaa ikää, vaikka vuosilustot olisivat selvästi ja vuosittain säännöllisesti muodostuneet. Eräässä Flury tutkimassa, tunnetusti 22-vuotisessa metsikössä olivat apuharvennuspuut maan tasalta suoritetun leikkauksen mukaan 18—20-vuotisia. Oikea ikä löydettiin 15 sm alempaa. Eräässä tutkitussa kuusessa oli oikea ikä 19 sm alempana kuin

[1] Vrt. m.m. Hilja Laksosen havainnoita, (Lakarin teoksessa 1921).
[2] Heikinheimon harventama. Vrt. myös Lakari (1921).

maan tasalta suoritettu leikkaus osoitti. Mitä suurempi puu on sitä suurempi on puun painumisesta aiheutuva virhe ikää määrätessä.[1]

Mutta oikean juurenniskan määräämistä nimenomaan kuusissa vaikeuttaa myöhäisjuurien muodostuminen ehkä vielä suuremmassa määrässä kuin edellämainitun tapaiset seikat, niinkuin m.m. Heikinheimo (1920 a, s. 5) kuusen iän määräämistä ja kuusen myöhäisjuuria koskevassa erikoistutkimuksessaan huomauttaa. Tavallisesti — niin myös tutkituissa alikasvoksissa — ei näkyvä juurenniska ole suinkaan primäärinen, vaan on alkuperäinen löydettävissä alempaa myöhäisjuurien muodostaman juurenniskan alapuolelta. Leikkaus sekundäärisestä juurenniskasta, joka useinkin on moninverroin silmiinpistävämpi kuin primäärinen, antaa ikää määrätessä virheellisiä tuloksia ja sitä suurempia mitä korkeammalla myöhäisjuurien muodostama juurenniska on ja mitä hitaammin puu on kasvanut alkuvuosinaan. — Vaikkakin kuusialikasvoksien juuristosta yleensä on jälempänä erikoistutkimuksien tuloksien esitys, on tässä yhteydessa syytä kosketella myöhäisjuuria sikäli kun niillä on merkitystä alikasvoksien ikää määrättäessä.

Esitettävänä olevat seikat selviävät parhaiten piirrosten avulla.

Kuvassa 43 nähdään eräs juuristonäyte koealalta 9. Tässä tapauksessa on selvästi kaksi juurenniskaa, primäärinen (merkitty kuvassa I:llä) ja sekundäärinen (kuvassa II). Näiden etäisyys toisistaan on 20 sm. Leikkauskohdassa I on vuosilustoja 58 ja leikkauskohdassa II 48, joten puun iäksi saadaan erilainen ikä riippuen siitä miltä kohdalta se määrätään.

Kuvassa 44 koealalta n:o 14, on myöskin selvästi havaittavissa kaksi juurenniskaa, joiden välillä on juureton osa, eräänlainen »kaula». Leikkauskohdassa I on 96 ja kohdassa II 90 vuosilustoa. Alkuperäisen ja myöhäisjuurten muodostaman juurenniskan väli on tässä tapauksessa 12 sm.

Kuvassa 42 koealalta 22, nähdään myöskin tapaus, jossa puun suurin ikä on löydettävissä alempaa kuin nykyisin näkyvissä olevasta juurenniskasta. Eroitus vuosilustojen luvussa on tosin vain 2 leikkauskohtien etäisyyden ollessa 15 sm.

Kuvassa 40 koealalta 22, nähdään vielä eräs tapaus, jossa eri juurenniskasta tehty leikkaus antaa erilaisen iän. Mineraalimaan tasalla osoittautui olevan 88 vuosilustoa, mutta 12 sm ylempänä selvästi muodostuneessa juurenniskassa vain 86, joten erotus on tässäkin tapauksessa 12

[1] Puu voi joskus myöskin kohota juuriston kasvamisen vaikutuksesta. Eräs korpimailla kasvanut kuusi oli noussut paksujen juuriensa varaan niin korkealla, että tyven alla oli selvä aukko. Kun sillä kohdalla suonpinnan alenemista ei näyttänyt tapahtuneen, oli aukon syntymistä pidettävä puun kohoamisesta johtuvana.

senttimetrin matkalla vain 2 vuosilustoa. Mineraalimaassa olevassa juuriston osassa osoittautui olevan myös eräänlaisia juurenniskamuodostumia, mutta vuosilustojen määrääminen niistä antoi huomattavasti pienempiä arvoja. Eräästä haarasta n. 6 sm maanpinnan alapuolella löydettiin vain 47 vuosilustoa.

Myöhäisjuurien muodostamat, sekundääriset juurenniskat ovat tutkimusalueen kuusialikasvoksissa hyvin yleisiä, joten esimerkkejä niistä voitaisiin esittää kuinka paljon tahansa. Kun juuristomuodostumat tässä suhteessa ovat jokseenkin samantapaisia riittävät esitetyt esimerkit valaisemaan asiaa. — Yleensä näyttää korkein ikä olevan löydettävissä mineraalimaan tasalta tehdystä leikkauksesta Ettei tämä kuitenkaan aina pidä paikkaansa osoittaa m.m. kuvassa 42 esitetty tapaus, jossa suurin lustoluku on tavattu mineraalimaan alapuolelta. Tässä lienee jonkinlainen puun painumistapaus kysymyksessä.

Mutta kaikki sekundääristä juurenniskaa muistuttavat muodostumat eivät kuitenkaan ole niitä. Suoritetut tutkimukset nimittäin osoittivat, että joskus löydetään korkein ikä ylempänä olevasta juurenniskasta vaikka alempanakin on vastaavanlainen muodostuma. Sellaista tapausta esittää m.m. kuva 47. Siinä on mineraalimaan tasalla juurenniska, mutta vasta alempana voidaan ainakin olettaa olevan varsinainen rungon alapään. Lustotutkimukset kuvan 47 esittämässä tapauksessa antavat maanrajassa 52 ja alempana oletetussa juurenniskassa 46 vuosilustoa. Alempana oleva juurenniskanmuodostuma ei näinollen ole rungon alaosa vaan juurien haarautumisesta syntynyt, juurenniskaa muistuttava kohta. Kuva 46 esittää samanlaatuista tapausta, mutta lisäksi siinä esiintyy muitakin iänmääräyksissä huomioonotettavia seikkoja. Maanrajasta suoritetussa poikkileikkauksessa osottautui olevan 75 vuosilustoa. Ylempänä on tosin yksi pienenlainen myöhäisjuuri, mutta varsinaista juurenniskaa ei korkeammalla havaita, jonka vuoksi rungon tyven on katsottava olevan juurenniskan kohdalla. Tässä 13 sm korkeammalla suoritetussa leikkauksessa on 79 siis 4 vuosilustoa enemmän kuin primäärisessä juurenniskassa. Maanpinnan tasalta tehty ikämääräys antaa tämänlaatuisessa tapauksessa liian alhaisen tuloksen. Kitukasvuisissa puissa yleensä (kuv. 31 osoittaa samaa puuta ylemmän leikkauksen kohdalta) eivät tämänlaatuiset tapaukset ole kovin harvinaisia. Samanlaisen ilmiön on m.m. Lakari (1915, s. 105) havainnut Pohjois-Suomen kuivilla kankailla kasvaneilla männyntaimilla ja Heikinheimo (1920 a, s. 3) ja Lakari, (1921, s. 25—27) esittävät useita esimerkkejä kuusista, joilla juurenniskan yläpuolella on enemmän vuosilustoja kuin juurenniskassa.

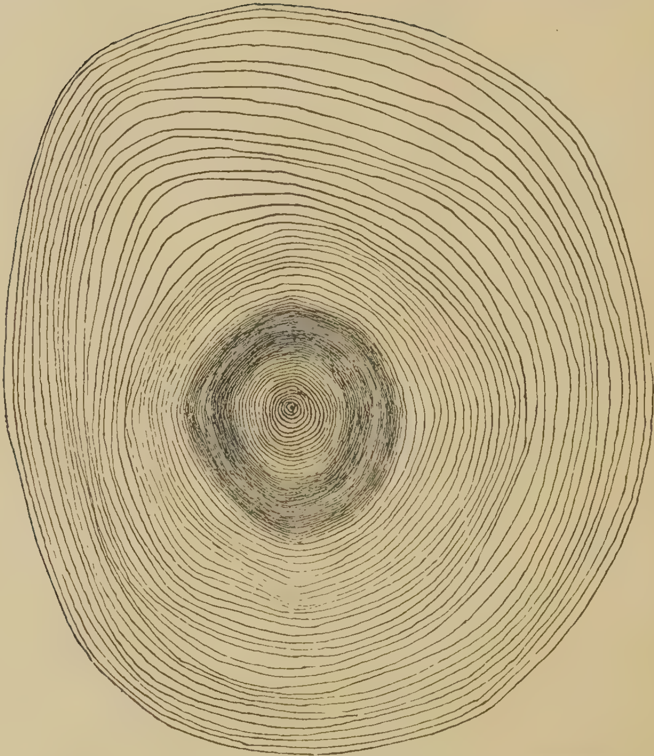
Vaikka oikea juurenniska saataisiinkin määrätyksi, ei sillä vielä ole sanottu, että tästä tehdystä leikkauksesta löydettäisiin ilman muuta oikea ikä. Vuosilustoista tehtäviä ikämääräyksiä vaikeuttavat lisäksi sellaiset seikat kuin vuosilustojen epäselvyys, niiden muodostumatta jääminen, lustosulautumat sekä kaksoislustot. (Vrt. myös Ilvessalo, L., 1917). On syytä lähemmin tarkastaa missä määrin näitä ilmiöitä esiintyy kuusialikasvospuissa.

Vuosilustojen muodostuminen tai paremminkin niiden näkyväisyys havupuillamme on yleensä selvä varsinkin silloin kun puut ovat kasvaneet kohtalaisen hyvin. Jos sitävastoin ne ovat heikosti kasvaneet, saattavat vuosilustot painautua lähelle toisiaan, niin että niiden määrääminen varsinkin paljain silmin voi olla vaikeata. Selvän käsityksen tästä saa m.m. Lakarin (1915, s. 105—109) ja Heikinheimon (1915 ja 1920 a) tutkimuksista. Mitä tutkittuihin Raja-Karjalan kuusialikasvoksiin tulee, on ensinnäkin sanottava, että vuosilustojen rajat niissä ylimalkaan ovat selvät, vaikka lustot joskus voivat olla hyvinkin lähellä toisiaan. Tämän vuoksi niiden määrääminen ei ole mahdotonta jos vaan käytetään riittävän suurta suurennusta. Puiden erilaisesta paksuuskasvusta luonnollisesti riippuu kuinka vaikeaksi lustojen lukeminen kussakin tapauksessa muodostuu. Tässä tutkimuksessa suurin osa puista osottautui yleisestä hitaasta kasvusta huolimatta sellaisiksi, että lustojen luku voitiin suorittaa paljain silmin tai tavallista yksinkertaista linssiä (luppia) käyttäen. Mutta tämän lisäksi oli joissakin suuremmissa puissa sisimmät lustot (kts. kuv. 27 ja 28) sekä useissa alipuissa lustot kauttaaltaan niin tiheässä ettei iän määrämistä paljain silmin eikä pientä suurennusta käyttäen voinut ajatella, vaan täytyi turvautua mikroskooppiin.[1] Tämänlaatuisissa tapauksissa ei lustojen lukua luonnollisesti voitu suorittaa metsässä, vaan työ oli tehtävä sisätöinä. — Kuvissa 27—31 esitettyjen alikasvospuiden vuosilustojen tiheyttä osoittavien näytteiden suhteen on kuitenkin väärinkäsitysten välttämiseksi huomautettava, että ne kuvaavat pikemminkin minkälaisia hitaimmin kasvaneet alikasvospuut tyvessään voivat olla kuin alikasvospuiden lustorakennetta keskimäärin. Tavallisesti selvenevät lustot korkeammalla niin, ettei niiden lukeminen siellä tuota sanottavia vaikeuksia.

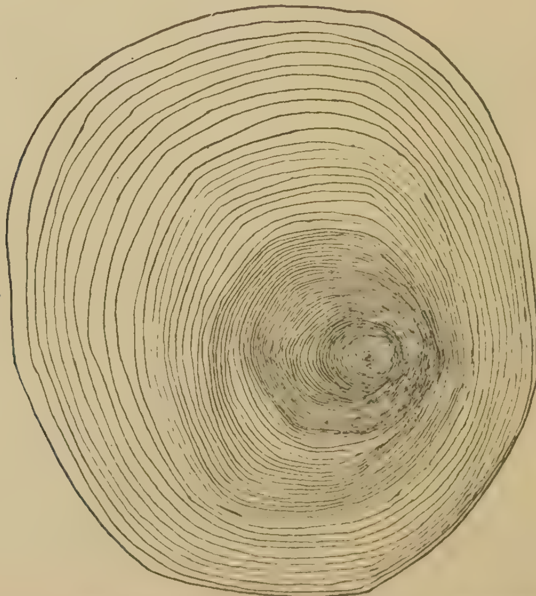
---

[1] Käytettävänä oli Leitzin »Schlitten-Mikroskop».

Piirtänyt A. Lappalainen.



Kuva 27. Tyvileikkaus alipuusta, ikä 76 v. Sama puu kuin kuvassa 35. 4 kertaa suurennettu. Koeala n:o 12 — *Abb. 27. Basisschnitt eines Unterstammes, Alter 76 J. Derselbe Baum wie in Abb. 35. 4-fache Vergr. Probefläche Nr. 12.*



Kuva 28. Tyvileikkaus alipuusta, ikä 74 v. Sama puu kuin kuvassa 36. 3 kertaa suurennettu. Koeala n:o 12. — *Abb. 28. Basisschnitt eines Unterstammes. Alter 74 J. Derselbe Baum wie in Abb. 36. 3-fache Vergr. Probefläche Nr. 12.*

Piirtänyt A. Lappalainen.



Kuva 29. Tyvileikkaus alipuusta, ikä 90 v. Luonnollista kokoa. Koeala n:o 5. — *Abb. 29. Basisschnitt eines Unterstammes, Alter 90 J. Natürl. Grösse. Probefläche Nr. 5.*



Kuva 30. Tyvileikkaus alipuusta, ikä 70 v. 3 kertaa suurennettu. Koeala n:o 21. — *Abb. 30. Basisschnitt eines Unterstammes, Alter 70 J. 3-fache Vergr. Probefläche Nr. 21.*



Kuva 31. Leikkaus alipuusta, ikä 79 v. 2 kertaa suurennettu. Koeala n:o 22. — *Abb. 31. Schnitt eines Unterstammes, Alter 79 J. 2-fache Vergr. Probefläche Nr. 22.*

Missä määrin vuosilustoja on jäänyt täydelleen muodostumatta, on yleensä vaikeata sanoa, sillä kysymyksessä voi yhtä hyvin olla lustojen yhteen sulautuminen. Sellaisia tapauksia kuin esim. kuvan 46 esittämää, missä juurenniskassa on vähemmän vuosilustoja kuin ylempänä varressa pitää Heikinheimo (1920, s. 4) todennäköisemmin lustokatona kuin yhteensulautumana. Hänen mielestään ei lustokato yleensä ole mahdoton, »— sillä sellaista voidaan saada keinotekoisestikin aikaan, jos puu kuoritaan jonkun matkaa tyven yläpuolelta lähtien.» Niin yleistä kuin kaikista pienimmissä (alle 1.3 m) tai kuolemaisillaan olevissa alikasvospuissa vuosilustojen muodostumatta jääminen saattaneekin olla, ei sitä kuitenkaan ole pidettävä kovin yleisenä 1.3 m:n korkuisissa tai sitä suuremmissa puissa eikä varsinkaan niissä, joista on tehty ikätutkimuksia. Huonostikin kasvaneissa puissa näyttää useimmiten jollekin puolelle syntyvän selviä lustoja.

Yleisempiä kuin kauttaaltaan tapahtuneet lustokadot tai lustosulautumat ovat hitaimmin kasvaneissa alikasvospuissa paikalliset lustojen yhtymiset. Ilmiö on pääasiassa samanlainen kuin se, jota m.m. Lakari ja Heikinheimo ovat selvittäneet. Huonommin kasvanut alikasvospuu on usein tyvileikkaukseltaan eksentrinen tai epämuotoinen. (Kts. kuva 28). Leikkauksen leveimmällä sivulla lustot saattavat olla suhteellisen leveitä ja selviä, kapeimmalla ne sensijaan sulloutuvat lähelle toisiaan ja juoksevat yhteenkin. Varsinkin näyttää näin tapahtuvan silmävaraisesti tai pienellä suurennuksella leikkausta tarkasteltaessa. Kun käytetään suurempaa suurennusta, havaitaan monessa tapauksessa, että lustot, hiuksenhienoina tosin, kulkevat kuitenkin toisistaan selvästi erillään tiheimmissäkin kohdissa. *Tutkimustyössä tehtyjen havaintojen perusteella voidaan lustojen yhteensulautuminen todeta vasta niin suurta suurennusta käyttäen, että puuaineen solukko saadaan näkyviin.* — Ikää määrättäessä luettiin lustot luonnollisesti siltä sivulta, missä ne olivat selvimmin näkyvissä.

Puilla voi myöskin syntyä kaksoislustoja. Heikinheimon (1920 a) mukaan esiintyy ilmiö yleisenä varsinkin kuusella, jolla erittäinkin kesähallojen jälkeen kasvu saattaa tauota tai hidastua joksikin ajaksi, minkä kautta vuosilustoon syntyy syyspuuta muistuttava muodostuma. »Sekaannusta voivat ne aiheuttaa ainoastaan nopeakasvuisten, leveälustoisten taimien iän laskemisessa, sillä niissä on kasvuhäiriö tuntuvampi. - - - Käytännön kannalta katsoen on tällaisilla kaksoislustoilla, harvinaisuutensa takia, verrattain pieni merkitys.» — Raja-Karjalan kuusialikas-

voksissa puiden kasvu on siksi hidasta, ettei liene sanottavasti »varaa» muodostua kahta vuosilustoa samana kasvukautena. Suoritetuissa tutkimuksissa ei havaittu ainoatakaan kaksoislustojen muodostumistapausta.

On syytä vielä lähemmin tarkastella kuinka suuria virheitä edellämainitut seikat ovat voineet aiheuttaa alikasvospuiden iässä.

Heikinheimo (1920 a, s. 8) on Pohjois-Suomen paksusammaleisilla kankailla suorittamiensa tutkimusten perusteella esittänyt yleisenä sääntönä, että siellä sellaisten kuusten ikä, joilla alkuperäinen juuristo on kehittynyt ylimmiksi valtajuuriksi, »- - - saadaan siten, että juurenniskassa olevia vuosilustoja osoittavaan lukuun lisätään keskimäärin niin monta vuotta kuin juurenniskan paksuutta osoittavassa luvussa on kokonaisia senttimetrejä.[1] Poikkeuksia tästä on molempiin suuntiin - - -». Tutkittavaksi otetut Raja-Karjalan kuusialikasvospuut ovat yleensä pieniä. Juurenniskasta niiden läpimitta on useimmiten 2—8 senttimetriä, joskin jotkut puut saattavat olla jonkunverran suurempiakin. Tämän mukaan olisi juurenniskasta laskettuun ikään lisättävä 2—8 vuotta edellyttämällä, että puiden pituuskasvu olisi ollut alkuvuosinaan n. 1 sm vuodessa. Alipuiden kasvu on ollut keskimäärin tämän suuruinen.[2] Nämä puut ovat kuitenkin pienimpiä, joten niihin tehtävä ikälisäys ei ole kovin suuri. Väli- ja valtapuiden kasvu on ollut suurempi. Varovaisuuden vuoksi, vaikka nopeampaakin kasvua on havaittu, voidaan 10-vuotisena pituuskasvuna pitää 20 sm, mikä keskimäärin vuotta kohti tekee 2 sm. Näissä tulisi täten ikälisäys olemaan vuosissa puolet juurenniskan paksuuden senttimetriluvusta. Ottamalla huomioon alikasvospuiden pienen läpimitan ja niiden osittaisen nopeamman pituuskasvun kuin 1 sm vuodessa, saataisiin Heikinheimon määritelmän mukaan juurenniskasta laskettu ikä n. 4—5 v. liian alhaiseksi.

Mutta todellisuudessa ei alikasvospuiden ikää määrätty juurenniskasta, vaan niin alhaalta kuin se suinkin kävi päinsä. Tavallisesti leikattiin puu poikki mineraalimaan rajasta, niin että juurten yläosatkin tulivat katkaistuiksi. Usein kaadettiin puu juurineen ennen kun poikkileikkaus suoritettiin. Näissä pienissä puissa ei juurineen kaataminen ja juurien sahaaminen tuottanut sanottavasti enemmän työtä kuin katkaiseminen ylempää juurenniskasta. Tämän vuoksi voidaan katsoa, että yleensä on päästy

[1] Heikinheimon harventama.
[2] Pituuskasvua on voitu tarkistaa runkoanalyysien avulla.

verrattain lähelle primääristä juurenniskaa. Mikäli ikämääräykset riippuvat yksistään tästä seikasta, ei oletettua virhettä, 4—5 vuotta, voida pitää liian pienenä, vaan pikemmin liian suurena.

Myöhäisjuurien aiheuttama virhe ikämääräyksissä, jos määräykset tehdään myöhäisjuurten muodostamasta juurenniskasta riippuu oleellisesti siitä, kuinka korkealla juurenniska on. Raja-Karjalan kuusialikasvosalueilla ei varsinainen maapeite, turve ja sammal, ole kovin paksu. Parhaimmassakaan tapauksessa se ei ole juuri 20 sm paksumpi. Kun lisäksi otetaan huomioon, ettei myöhäisjuuria helposti synny elävän sammalen ylimpiin kerroksiin, ei se ala, jolle niitä yleensä ilmestyy ole erittäin laaja. Voidaan sanoa, että myöhäisjuurien muodostama juurenniska ei ole kuin poikkeustapauksissa 15 sm korkeammalla kuin alkuperäinen, mutta usein kyllä matalammalla. Maksimitapauksissa, jos oletetaan puiden kasvusuhteet nuoruusvuosinaan samoiksi kuin edellä, tulisi alipuitten ikään lisätä vielä 15 ja väli- ja valtapuiden 7 à 8 vuotta. Näin suuri lisäys ei olisi kuitenkaan kohtuuden mukainen. Ensinnäkään ei, kuten sanottu, sekundäärinen juurenniska myöhäisjuurien takia ole läheskään aina näin korkealla ja toiseksi voitiin ikää määrättäessä tässäkin tapauksessa pienentää virhettä tekemällä useampia leikkauksia, joista laskettua korkeinta ikää pidettiin puun lopullisena ikänä.

Vuosilustojen epäselvyydelle ei ole annettava suurta merkitystä virhetekijänä, sillä lustot on voitu riittävällä suurennuksella lukea. Niiden muodostumatta jääminen ei myöskään ole osoittautunut erittäin yleiseksi. Sellaiset lustot, jotka vain osittain olivat kasvettuneet yhteen, voitiin lukea joltakin selvälustoiselta leikkauksen laidalta. Kaksoislustoja taas ei näytä muodostuneen.

Tehdyt virheet ovat vaikuttaneet yleensä samaan eli siihen suuntaan, että ikä on saatu todellista pienemmäksi. Heikinheimon mukaan (1920 a, s. 29) voi juurenniskasta laskettu ikä vanhemmissa puissa Etelä- ja Keski-Suomen paremmilla metsätyypeillä poiketa todellisesta 5—20 vuoteen, huonommilla mailla tuntuvasti enemmän. Ottaen huomioon esilläolevassa tutkimuksessa käytetyt menetelmät ja kuusialikasvospuiden pienen koon, ei syntyneitä virheitä yleensä ole pidettävä ainakaan niin suurina kuin Heikinheimon mainitsema korkeampi raja-arvo. Tietenkään ei tämänlaatuisissa tutkimuksissa voida sanoa virheen suuruutta täsmälleen, mutta pahimmassakaan tapauksessa se ei kohoa yli 10 vuoden ja on katsottava olevan keskimäärin alle 5 vuotta. Tämän vuoksi ei ikämääriä ole mitenkään korjattu, vaan esiintyvät ne sellaisina kuin kulloinkin on saatu.

TASAIKÄISYYS JA ERI-IKÄISYYS SEKÄ NIIHIN VAIKUTTAVAT SEIKAT.

Luonnonmetsät eivät juuri koskaan ole täysin tasaikäisiä, jos tasaikäisyydeltä vaaditaan kaikkien puiden samanikäisyyttä. Vaikka sellainen harvinaisuus todella jossakin olisi, ei ole lainkaan sanottu, että samanikäisyys voitaisiin tarkalleen todeta käytettävissä olevilla keinoilla. Riippuen siitä minkälaisiin tarkoituksiin ikää tarvitaan, pidetään samanikäisinä eri suuressa määrässä toisistaan poikkeavia metsiköitä. Käytännöllisessä metsätakseerauksessa käytetään Etelä-Suomessa tavallisesti 20-vuotisia ikäluokkia. Valtakunnan metsien arvioimisessa oli Suomen eteläpuoliskolla ikäluokkajaotus niinikään 20-vuotinen ja pohjoispuoliskolla 40-vuotinen (Ilvessalo, Y., 1927). Yksityisten puiden ikä samassa, tasaikäiseksi lasketussa metsikössä saa siis tämänlaatuisissa tarkoituksissa vaihdella melkoisesti. Lönnrothin (1925) huolella valituissa tasaikäisissä mäntymetsiköissä saattoi eräissä, tosin harvoissa tapauksissa ikäerot samalla koealalla olla 10 vuotta, jopa eräässä tapauksessa poikkesi vanhin puu nuorimmasta 18 vuotta.

Seuraavassa tarkastetaan lähemmin missä määrin tutkitut alikasvokset ovat tasa- tai eri-ikäisiä niiden ikämääräysten perusteella, joita kullakin koealalla suoritettiin. Tässäkin yhteydessä on mainittava ikämääräysten koskevan ainoastaan sitä alikasvosta, joka oli saavuttanut 1.3 m:n tai sitä suuremman korkeuden.

Ikämääräyksiä tehtiin paitsi alikasvoksen valta-, väli- ja alipuiden keskipuusta, myöskin muista sikäli kun siihen eri tapauksissa katsottiin olevan syytä. Koska suurimmat vaihtelut havaittiin alipuissa, kiinnitettiin lisäikämääräyksissä päähuomio niihin. Seuraavat esimerkit antavat keskimääräisen kuvan minkälaisia vaihteluita havaittiin saman koealan yksityisten alikasvospuiden iässä.[1]

Koealan n:o	Metsätyyppi	Valtap. ikä, v.	Välip. ikä, v.	Alip. ikä, v.	Keskim. ikä, v.
8	OMT	45. 45	43. 45	43	44
19	»	44. 44	46. 44	40	44
20	»	52. 59	54. 57	45	53
1	MT	74. 77. 86	81. 82	73	79
2	»	86	84. 84. 88	76	84

[1] Miksi juuri näiden koealojen tulokset esitetään johtuu siitä, että näillä on suoritettu enemmän lisäikämääräyksiä. Muilla koealoilla ikäerot ovat ylimalkaan pienempiä.

Koealan n:o	Metsä-tyyppi	Valtap. ikä, v.	Välip. ikä, v.	Alip. ikä, v.	Keskim. ikä, v.
7	MT	95. 95	75. 85	66	83
9	»	65. 75	60. 63	63	65
13	»	88. 89	92	80. 89	88
14	»	90. 93	95	90. 92	92
15	»	55. 56	55. 56	45	53
16	»	90. 93	87. 92	74	87
17	»	46. 52. 52	52	49	50
18	»	45. 45	44. 44	49	45
21	»	84. 86	82. 83	70	81
22	»	85. 92	77. 85	75	83
23	»	83. 84	86. 92	78	85
24	»	100. 86	85. 89	79	88
26	»	60. 72	56. 75	57	64
40	»	73	73	68	71
43	»	83	74	74	77
3	VT	85. 89	79	80. 92	85
4	»	95. 88. 102	73. 79	79	86
5	»	90. 96	77. 78	70	82
6	»	86. 90	83. 83	69	82
10	»	83. 89	86. 89	69	83
11	»	86. 87	82. 86. 87	86	86
12	»	93	77. 81	74. 78	81
58	»	92	94	82. 83. 84. 88. 89	87
59	»	85	83	78. 79. 82. 83. 85	82
60	»	88	82	77. 81. 81	82
61	»	94	90	82. 89. 89	89
63	»	87	88	79. 80. 85	84
69	»	96	96	93	95

Korkein ikä on tavallisesti löydetty valtapuista sen jälkeen välipuista ja alhaisin alipuista. Tämä sääntö ei kuitenkaan pidä yksityiskohdissaan paikkaansa vaan jokseenkin yleisesti on välipuille saatu yhtä korkea ikä kuin valtapuille, useassa tapauksessa vieläpä korkeampikin. Sama on laita alipuissa. Niiden joukosta löydetään sellaisiakin esimerkkejä (koeala n:o 3), joissa korkein ikä koko koealan alikasvoksessa on tavattu alipuussa.

Syyt alikasvospuiden eri-ikäisyyteen ovat monet. Joskus saattaa ero olla ainoastaan näennäinen. Todellisuudessa voivat monet nyt eri-ikäisenä

esiintyvät puut olla saman siemenvuoden kasvosta, mutta ikämääräyksissä tehtyjen virheiden vuoksi ei tämä ole tullut esille. Todennäköisesti kuitenkin suurin ero johtuu eriaikaisesta siemennyksestä. Siemenlevollakin voi tässä olla osuutensa. Varsinkin näyttävät nykyiset alikasvospuut tulleen alalle jonkun verran myöhemmin kuin muut puujaksot. Tähän viittaa niiden kasvussaan jälkeenjääminen ja yleisesti esiintyvä alhaisempi ikä.

Huolimatta yksityisten puiden osittaisista ikäeroista ja vaikka otettaisiin huomioon ikämääräyksissä tehdyt virheet, täytyy tutkittuja alikasvoksia pitää ainakin käytännöllisesti katsoen tasaikäisinä.[1]

Alikasvokset ovat syntyneet, kuten edellä on osoitettu, joko metsäpalojen tai kaskenpolton jälkeen. Jos alalla aikaisemmin olisikin kasvanut kuusialikasvosta, tuhoutui se palossa. Alan jouduttua tällä tavalla paljaaksi alkoi kuusta tulla viereisestä, palamatta jääneestä korvesta tai harvemmassa tapauksessa kankaalle jääneistä reunapuista. Niinkuin myöhemmin käy lähemmin selville, ei kuusen tulo ole tapahtunut välittömästi palon jälkeen tai kaskenpolton loputtua, vaan siihen on kulunut jonkunverran aikaa, olosuhteista riippuen eri kauan. Mutta sitten kun kerran olosuhteet olivat muodostuneet otollisiksi, näyttää kuusen tulo tapahtuneen melkoisen nopeasti, jonka vuoksi alikasvokset ovat suhteellisen tasaikäisiä. Todennäköisesti on kuusen alan valtaus tapahtunut yhden tai useamman nopeasti seuranneen siemenvuoden tuloksena. Kuinka usein kuusella sattuu siemenvuosia nimenomaan tutkimusalueella, siitä ei ole tarkkaa selvyyttä, mutta voidaan olettaa, ettei niiden esiintymisessä liene kovin suuria eroja Suomen eteläpuoliskon muihin osiin verraten. BLOMQVISTin (1891, s. 51) mukaan ovat runsaat siemenvuodet kuusella harvinaisia, mutta vähemmän satoisia, jonkinlaisia »neljännes»-siemenvuosia sattuu useammin. NYLANDERin ja HEIKINHEIMOn pääasiassa Tuomarniemen seudulta keräämän tilaston mukaan on kuusella runsaita siemenvuosia kerran 10 vuodessa, runsaita tai hyviä joka 4:s vuosi.[2] Mutta suotuisissa oloissa saattaa nuorennosta syntyä nopeamminkin. Kaskiahoilla on HEIKINHEIMO tavannut taimia lähekkäimminkin olleilta siemenvuosilta. Esim. vuosina 1901—1911 on sattunut 5 sellaista siemenvuotta, että mustikkatyypin maille on saattanut ilmestyä kuusen taimistoa. Kuitenkin

[1] Tämän vuoksi ei ole katsottu olevan aihetta laskea metsikön ikää punnittuna keskiarvona, vaan otettu yksinkertainen aritmeettinen keskiarvo tutkittujen puiden iästä.

[2] CAJANDERin teoksesta (1917, s. 182).

näyttää kuusi Heikinheimon (1915, s. 139) mukaan olevan yleensä epäedullisemmassa asemassa siemenvuosiin nähden kuin mänty. »Jos kaikki vuodet, joina siementä näillä puulajeilla on, pidetään siemennyskykyisinä ja molemmilla samanarvoisina, olisi männyn ja kuusen nuorennusalojen valtausmahdollisuuksien välillä — yksistään tämän perusteella — likipitäen suhde 10 : 6.» Lakarin (1921, s. 37) tutkimuksien mukaan on kuusen uudistumiseen vaikuttaneita siemenvuosia sattunut Etelä-Suomessa vuosina 1900—1920 6 kpl., milloin 2 milloin 6 v. väliajoilla, keskimäärin joka 3:s ja 4:s vuosi. Vuosina 1850—1900 on sattunut 10 siemenvuotta eli keskimäärin joka 5:s vuosi, milloin 2—6-vuotisin, milloin pitemmin väliajoin, riippuen, kuten Lakari huomauttaa, pitkät väliajat osittain siitäkin, ettei välisiemenvuosia ole tullut todetuksi tutkimusaineistonsa perusteella.

Vaikkakin kuusella näyttää olevan verraten harvoin hyviä siemenvuosia, sattuu niitä kuitenkin niin usein, että niiden johdosta voi muodostua asiallisesti katsoen tasaikäisiä alikasvoksia.[1] Jo 10 vuoden ajalla voi sattua parhaassa tapauksessa 5:kin siemenvuotta. Kun kuusialikasvos näinkin nopeasti seuranneiden siemenvuosien takia on saanut alan haltuunsa, ei myöhemmiltä siemenvuosilta ole enää voinut sanottavasti syntyä uutta taimistoa. Vaikka sitä olisi tullutkin, on aikaisemmalla taimistolla ollut jo etumatkaa myöhemmin tulleeseen verraten. Viimemainittu on joutunut kasvamaan edellisen alla ja valon puutteen, juurikilpailun y.m. vuoksi ei ole päässyt kehittymään. Vanhempien kuusten etumatka on lisääntynyt yhä edelleen, mistä on ollut seurauksena uusien tulokkaiden kuoleminen. Jälelle on jäänyt suhteellisen tasaikäinen alikasvos. Alikasvoksissa on merkkejä tällaisesta kehityksestä. Jokaisessa varsinkin tiheämmässä metsikössä on runsaasti kuolleita puita. (Kts. esim. kuvia 24 a ja 24 b). Osa näistä on vanhempaan alikasvokseen kuuluneita, mutta luontaisessa harvenemisessa poistuneita puita, osa sitävastoin myöhemmin alalle tullutta mutta sittemmin kuollutta kasvosta. Useilla koealoilla on kuolleiden lisäksi vielä pieniä, kituvia puita, joiden ikä on varsinaisen, vähintäin 1.3 m korkuisen alikasvoksen ikää niin paljon pienempi, ettei eroa voida laskea virheellisten ikämääräyksien

[1] Kuusen siemenvuosia koskevat tutkimukset käsittävät etupäässä kangaskuusia. Kun alikasvokset ovat kotoisin pääasiassa korpikuusista, olisi otettava huomioon näillä sattuneet siemenvuodet. Onko siemenvuosissa oleellista eroa korpi- ja kangaskuusten välillä, ei ole tarkalleen tunnettua. Tässä on otaksuttu, ettei olisi ainakaan huomattavampia eroja.

syyksi vaan todellisista olosuhteista johtuvaksi.[1] Pienimmät niistä 10—30 sm pitkät, kasvavat usein miltei sammalessa, joten niiden on täytynyt syntyä vasta sen jälkeen kun sammalpeite jo oli kohtalaisen hyvin kehittynyt.

Joskin tutkimusalueen tyypilliset, lähemmin tarkastettaviksi otetut alikasvokset ovat osoittautuneet suhteellisen tasaikäisiksi, ei sillä ole sanottu, että asianlaita kaikissa alikasvoksissa olisi näin. Edellä on jo selitetty miten emämetsän etäisyys vaikuttaa samalle paikalle syntyneen alikasvoksen ikään. Jos emämetsä on kaukana, syntyy alikasvosta vähitellen pitemmän ajanjakson kuluessa, sillä tavallisesti ei ensimmäisiltä siemenvuosilta synny niin tiheä kasvos, ettei alalle sopisi enää uusia tulokkaita myöhäisemmiltä siemenvuosilta. Alikasvoksen muodostumista jatkuu niin kauan että koko ala on metsittynyt. Tämänlaista vähittäistä alikasvoksien muodostumista saattaa esiintyä emämetsän viereiselläkin suuremmalla kankaalla. Sen reunaosille syntyy nopeammin ja lyhyemmän ajan kuluessa melkein tasaikäinen alikasvos, mutta kauemmaksi samalle kankaalle ei ole siementä riittänyt täystiheän alikasvoksen muodostumiseen. Sinne voi myöhemmin tulla lisää siemeniä, joilla on tilaa kehittyä edelleen puiksi. Saman kankaan keskiosalla voi näinollen olla eri-ikäisempi alikasvos kuin laitaosilla. Muutokset tapahtuvat luonnollisesti vähittäisesti ilman jyrkkää rajaa. *Yleisenä piirteenä on kuitenkin havaittavissa, että mitä eri-ikäisempiä alikasvokset ovat, sitä harvemmiksi ne muodostuvat.* Tämä on sopusoinnussa sen seikan kanssa, mistä aikaisemmin on huomautettu, että kuusen taimiston menestyminen isompien kuusten alla on rajoitettua. *Sitävastoin tasaikäisenä ja suunnilleen samankokoisena voi alikasvos olla hyvin tiheätä*, niinkuin jälempänä tiheyttä koskevasta esityksestä nähdään.

IKÄASTEET.

On vielä lähemmin tarkastettava miten tutkitut alikasvokset jakaantuvat eri ikäluokkiin.

---

[1] Alikasvosten tasaikäisyys on näinollen suhteellinen käsite myöskin sikäli, ettei tasaikäiseksi laskettuun metsikköjaksoon sisälly kaikki ylikasvoksen alla kasvavat kuuset. Asetetun mittakorkeuden alapuolelle jääneillä puilla ei ole sanottavaa merkitystä varsinaiselle alikasvokselle nykyisin ja vielä vähemmän tulevaisuudessa, joten niiden poisjättäminen alikasvosten ikää määrättäessä on oikeutettua. Tällä ei ole sanottu etteikö 1.3 m:n pituuden täyttävien puiden joukossa olisi osa suunnilleen samanarvoisia puita.

Tutkimustavasta jo johtuu, ettei kaikista nuorimpia ikäluokkia ole lainkaan tullut mukaan, sillä nuorimmat alikasvokset ovat alle 1.3 m:n pituisia. Korkeiden ikäluokkien esiintyminen on myös rajoitettu. Jos näet kuusille karttuu tarpeeksi ikää, menettävät ne alikasvosluonteensa muuttumalla väli- jopa valtametsiksikin. Vaikka alikasvoskäsite puiden pituutta silmälläpitäen onkin verrattain venyvä, antaa alikasvoksien järjestäminen iän mukaan jonkinlaisen kuvan siitä, minkä ikärajain välille nykyiset alikasvokset sellaisina kuin ne esiintyvät tutkimusalueella, etupäässä keskittyvät. Seuraavasta asetelmasta (taulukko III) käy lähemmin selville metsätyypittäin kaikkien koealametsiköiden järjestyminen 10-vuotisiin ikäluokkiin.[1]

TAULUKKO III. — *TAFEL III.*

Metsätyyppi *Waldtypus*	36-45 v. J.	46-55 v. J.	56-65 v. J.	66-75 v. J.	76-85 v. J.	86-95 v. J.	96-105 v. J.	106-115 v. J.	Koealojen luku *Anzahl der Probeflächen*
	Prosenttia koealojen luvusta *Prozente der Probeflächenanzahl*								
OMT	50	20	10	20	—	—	—	—	10
MT	3	12	12	18	23	32	—	—	34
VT	—	—	—	—	48	48	—	4	29
Yht. Zus.	—	—	—	—	—	—	—	—	73

Asetelma osoittaa, että eri metsätyypeiltä otetut koealat jakaantuvat ikäluokkiin hyvin luonteenomaisella tavalla. Käenkaali-mustikkatyypin alikasvokset ovat nuorimpia. Puolet kaikista siltä tyypiltä tutkituista metsiköistä on ollut 36—45 v. ikäisiä. Vanhempia kuin 66—75-vuotisia ei ole lainkaan tullut alikasvoksina tutkituiksi. Mustikkatyypeiltä löydetyissä metsiköissä on iän painopiste paljon korkeammalla. Yli puolet tämän metsätyypin alikasvoksista on ollut 76-vuotisia tai vanhempia, joskin nuorempiakin on melkoisesti. Tällä metsätyypillä on hajautuminen suurin. Vielä vanhempia kuin edelliset ovat olleet puolukkatyypin alikasvokset. Nuorimmat niistä eivät ole alle 76 vuoden vanhimman ollessa

[1] Ovatko ikämääräyksiin liittyvien virhemahdollisuuksien vuoksi 10-vuotiset ikäluokat oikeutettuja, saattaa luonnollisesti asettaa kysymyksen alaiseksi. Tekemällä esim. 20-vuotisia ikäluokkia, olisi kuitenkin saatu niitä niin vähän, ettei sanottavaa hajaantumista esim. puolukkatyypillä olisi näkynyt. Mikään ei estä, jos niin tahdotaan, tarkastelemasta ikäluokkia esim. kaksittain.

106 vuotta. Painopiste näyttää olevan n. 80—90 v:n seudulla. Asetelma osoittaa toisin sanoen sen, että alikasvokset OMT:llä 36—45-vuotisina alkavat muodostaa vähintäin 1.3 m korkuisia täystiheitä kasvoksia ja että ne yli 75-vuotisina alkavat siirtyä pois selvältä alikasvosasteelta. MT:n alikasvoksista on osa jo 36—45-vuotisina joutunut tutkittavaksi, mutta vanhempia kuin 95-vuotisia ei ole tullut mukaan, mikä tässäkin tapauksessa suurin piirtein merkitsee sitä, että vanhemmat alikasvokset ovat jo siirtyneet alikasvosasteelta pois. VT:llä ovat vasta 76—85-vuotiset alikasvokset täyttäneet asetetut ehdot ja sellaisia metsiköitä on tavattu vielä 106 vuoden ikäisiä.

ALI- JA YLIKASVOSTEN IKÄ TOISIINSA VERRATEN.

Paitsi alikasvoksien ikää, määrättiin koealoilla sama seikka myöskin ylikasvoksista. Tähän työhön ei kuitenkaan voitu kiinnittää yhtä suurta huomiota kuin alikasvosten iän määräämiseen, jonka vuoksi varsinkin silloin kun ylikasvos on ollut useamman ikäluokan muodostama, ikämääräykset voivat olla jonkun verran epätarkat. Tasaikäisissä ylikasvoksissa, jotka ovat olleet yleisimpiä, voidaan sensijaan ikämääriä pitää suunnilleen oikeina. Näissä laskettiin useammista määräyksistä keski-ikä aritmeettisena keskiarvona samoin kuin alikasvoksissakin. Tehtyjen ikämääräysten perusteella selvitetään seuraavassa ali- ja ylikasvosten iän suhdetta toisiinsa.

Varsin yleisiä ovat tutkimusalueella sellaiset metsiköt, joissa ylikasvos on huomattavasti vanhempaa kuin alikasvos. Kaskenpolttoa ei näillä aloilla ole harjoitettu ainakaan 150 à 200 vuoteen. Sitävastoin kuloja on saattanut sattua useitakin, mutta viimeinen on ollut vähän ennen nykyisen alikasvoksen syntymistä. Kulossa on ylikasvos, joka tavallisesti on melkein puhdasta mäntyä, säilynyt suhteellisen hyvin. Puut ovat kyllä saaneet tavanmukaisia palokoroja, mutta muuten kasvaneet jokseenkin häiriintymättä. Jos joku puu olisikin kuollut, ei metsikkö ole sen kautta vielä harventunut riittävästi männyn uudistumiselle. Kuusi sensijaan on saanut alan haltuunsa.

Seuraava asetelma osoittaa yli- ja alikasvoksen ikäeroja sellaisissa metsiköissä, joissa ylikasvos on vanhaa.

Koeala ja metsätyyppi		Ylikasvos ikä v.	puulaji	Alikasvos ikä v.
13	MT	155	Mä	88
21	»	178	»	81
22	»	145	»	83
23	»	140	»	85
48	»	145	»	90
4	VT	190	»	86
6	»	190	»	82
10	»	135	»	83
11	»	155	»	86
12	»	153	»	81
32	»	140	»	80
54	»	160	»	85
58	»	157	»	87
59	»	160	»	82
60	»	155	»	82
61	»	156	»	89

Luonteenomaisena piirteenä on ylikasvosten samanikäisyys toiselta ja alikasvosten samanikäisyys toiselta puolen. Tämä on lähinnä laskettava samoihin aikoihin sattuneiden suurten kulojen ansioksi. Että vanhoja metsiä on tullut pääasiassa puolukkatyypiltä, vaikka siltä on vähemmän koealoja, ei suinkaan ole sattuma. Näitä kuivemman luontoisia maita ei ole siinä määrin kaskettu kuin tuoreempia, mistä on ollut seurauksena metsien säilyminen laajoilla aloilla vanhoiksi. Tässä suhteessa on kuvaavaa, ettei käenkaali-mustikkatyypin metsiä ole ollenkaan tullut tähän ryhmään. Tuoreita, lihavia maita on näet kaskettu niin kauan kun siihen on ollut tilaisuutta sitä suuremmalla syyllä kun kaskiviljelykseen kiitollisia maita on ollut rajoitetussa määrässä.

Paitsi edellämainitunlaisia ylikasvoksia, on tutkimusalueella yleisiä valtametsät, jotka ovat eri-ikäisiä käsittäen pääasiassa kahta ikäluokkaa. Näitäkään ei ole kaskettu kuin kenties joskus vanhana aikana. Metsäpalot sensijaan ovat jättäneet niihin tuntuvia jälkiä. Tavallisesti on viimeiseksi sattuneessa palossa alkujaan tiheä metsä harventunut niin, että säilyneet puut ovat jääneet jonkunlaiseen siemenpuuasentoon. Joka

tapauksessa on metsä käynyt niin harvaksi, että mänty ja osittain koivukin on voinut uudistua. Suunnilleen samoihin aikoihin kun siemenpuista kylväytyi mäntyä ja koivua, alkoi viereisestä korvesta levitä myöskin kuusta. Männyt ja koivut nopeamman kasvunsa vuoksi pääsivät heti alunperin kasvussaan kuusen edelle. Ero muodostui yhä suuremmaksi iän lisääntyessä. Nykyisin on tämänlaatuisissa metsiköissä ylikasvoksena sekä vanhempaa että nuorempaa mäntyä ja vähän koivuakin. — Seuraavat koealat esitetään näytteeksi tämänlaatuisista metsiköistä.[1]

Koeala ja metsä tyyppi		Ylikasvoksen ikä v.	Ylikasvoksen puulaji	Alikasvoksen ikä v.
1	MT	90. 140	Mä, Ko	79
24	»	93. 140	Mä, Ko, Ha	88
55	»	95. 154	Mä, Ko	91
56	»	93. 150	Mä, Ko	66
3	VT	85. 152	Mä, (Ko)	85
31	»	145. 85	Mä	85
36	»	n. 140. 93	Mä	90
51	»	113. n. 150	Mä	93

Näissäkin tapauksissa ovat vanhimmat ikäluokat suunnilleen samanikäisiä. Alikasvosten ja nuorempien valtametsien ikäluokkien välillä ei sitävastoin ole kovin suurta eroa, vaikkakin edelliset yleensä ovat nuorempia kuin jälkimmäiset. Eroa ei voida laskea yksinomaan virheellisistä ikämääräyksistä johtuvaksi, vaan on se oleellinen kuten myöhemmin käy lähemmin selville. Tämänlaatuisia metsiköitä ei ole saatu OMT:ltä. Syynä lienevät samat seikat kuin ylikasvosten ollessa vanhoja.

Hyvin yleisiä ovat tutkimusalueella sellaiset metsiköt, joissa yli-ja alikasvos ovat suunnilleen samanikäisiä. Seuraavat koealat ovat näytteenä näistä.

Koeala ja metsätyyppi		Ylikasvoksen ikä v.	Ylikasvoksen puulaji	Alikasvoksen ikä v.
8	OMT	51	Ko	44
19	»	56	Ko, Le	44
20	»	72	Ko, Ha	53
44	»	56	Ko	56

[1] Ylikasvoksen puulajit ja ikä on mainittu valtajärjestyksessä.

Koeala ja metsätyyppi		Ylikasvoksen ikä v.	puulaji	Alikasvoksen ikä v.
47	OMT	65	Ko, Ha	52
50	»	66	Ko, Mä	66
67	»	70	Ko, Ha	68
70	»	41	Ko	41
71	»	44	Ko	44
72	»	44	Ko, Mä, Ha	44
2	MT	87	Mä, Ko	84
7	»	100	Mä	83
9	»	86	Mä, Ko	65
14	»	94	Mä, Ko, Ha	92
15	»	65	Mä, Ko	53
16	»	95	Mä, Ko	87
17	»	60	Ko, Ha	50
18	»	55	Ko	45
26	»	85	Mä, Ko	64
27	»	72	Mä	66
28	»	82	Mä, Ko	70
29	»	50	Mä, Ko	50
35	»	79	Mä, Ko, Ha	79
37	»	63	Mä, Ko, Ha, Le	58
38	»	74	Mä, Ko, Le	74
39	»	74	Mä, Ko	65
40	»	80	Mä, Ko, Le	71
43	»	90	Mä, Ko	77
49	»	93	Mä, Ko, Ha	93
62	»	94	Mä, Ko, Ha	94
64	»	50	Ko, Mä	48
65	»	97	Mä, Ko, Ha	92
66	»	98	Mä, Ko, Ha	88
68	»	97	Ko, Ha, Mä	87
73	»	75	Mä, Ko	67
5	VT	92	Mä	82
25	»	89	Mä, Ko	84
30	»	90	Mä, Ko	89
33	»	106	Mä	106

Koeala ja metsätyyppi		Ylikasvoksen ikä v.	Ylikasvoksen puulaji	Alikasvoksen ikä v.
34	VT	95	Mä	83
41	»	98	Mä, Ko	90
42	»	95	Mä, Ko	85
45	»	97	Mä, Ko	95
46	»	97	Mä, Ko	93
52	»	93	Mä, Ko	90
53	»	93	Mä, Ko	90
57	»	93	Mä, Ko	93
63	»	87	Mä, Ko	84
69	»	96	Mä, Ko	95

Näiden metsiköiden syntyminen on tapahtunut seuraavanlaisissa olosuhteissa. Alalla sattuneessa kulossa on silloinen metsikkö tuhoutunut paljon suuremmassa määrässä kuin molemmissa edellisissä tapauksissa. Usein näyttää ala palaneen paljaaksi, usein saattoi jäädä kuitenkin joku puu elämään. Nykyisissä metsiköissä tavataankin siellä täällä vanhoja, keloutuvia ylispuita, joissa suuret huolaimet ja palokorot ovat todistuksena kulon voimakkuudesta. Osa palossa säilyneistä männyistä on myöhemmin kuivunut ja kaatunut. Niiden rungot näkyvät maassa enemmän tai vähemmän lahonneina. Riippuen elämään jääneiden puiden runsaudesta ja niiden siemenentekokyvystä, alkoi alalle ilmestyä taimistoa. Tavallisesti ei siemenpuita ollut liian paljon, päinvastoin niitä saattoi olla niin vähän, että ala olisi metsittynyt vaillinaisesti, ellei reunametsä olisi ollut apuna. Suuremmilla paloaloilla ei reunametsänkään apu voinut estää syntymästä harvahkoa metsikköä.

Paitsi kulojen jälkeen, on nyt kysymyksessä olevanlaisia metsiköitä syntynyt myöskin kaskenpolton seurauksena. Erittäinkin on tuoreimpia maita runsaasti kaskettu. Todennäköisesti ovat kaikki OMT:ltä otetut koealametsiköt kaskialoilta, mutta monet MT:n ja jotkut VT:nkin koealat näyttävät syntyneen kaskenpolton jälkeen. Näiden alojen metsittyminen on tapahtunut joko reunametsästä tai koivikkoaloilla etupäässä kantovesoista. Kun kaskialat tutkimusalueella eivät ole olleet kovin suuria, on niille syntynyt jokseenkin tiheitä, tavallisesti huomattavan tasaisia metsiköitä. Joissakin tapauksissa saattaa ero tosin olla suurenlainen joskin toiselta puolen on samanikäisiäkin yli- ja alikasvoksia. Se seikka, että mänty, koivu ja joissakin tapauksissa myöskin haapa ovat joutuneet alalle yleensä aikaisemmin kuin kuusi, on ollut omiaan jouduttamaan

niiden kasvua. Kuusen tuloaikana on näillä ollut jo melkoinen etumatka. Sitävastoin niillä koealoilla, joilla ikämääräykset ovat antaneet saman tai melkein saman iän molemmille kasvoksille, ei nykyisillä ylikasvospuilla voida katsoa olleen sanottavaa etumatkaa kuusen tulon aikana, vaikka otettaisiinkin huomioon ikämääräyksissä tehdyt virheet. Nopeamman pituuskasvunsa vuoksi alkoivat mänty ja koivu jo verrattain aikaisin erottautua kuusista. Tätä erottautumista on tapahtunut näihin päiviin saakka ja nykyisin alikasvoksen kanssa suunnilleen samanikäiset männyt ja koivut muodostavat metsikön, jossa kuusi esiintyy selvänä alikasvoksena.

Vertailevat ikätutkimukset osoittavat siis alikasvoksien olevan syntyltään kahdenlaisia. Toiset niistä ovat vanhoihin metsiin työntyneitä, toiset sitävastoin syntyneet suunnilleen samoihin aikoihin nykyisen ylikasvoksen kanssa, mutta hitaamman kasvunsa vuoksi ovat jääneet mänty- ja koivumetsiköihin alikasvoksiksi.

NUORENTUMISAIKA.

Edellä on jo osoitettu, että mänty ja koivu ovat tulleet kulo- ja kaskialoille yleensä aikaisemmin sellaisissakin tapauksissa, joissa niiden samaan aikaan ilmestyminen olisi voinut tulla kysymykseen. Jos esim. mänty ja koivu olisivat tulleet alalle heti seuraavana vuonna kulon jälkeen tai paikan jäätyä kaskiviljelykseltä, voitaisiin tasaikäisissä metsissä näiden puulajien ja alikasvoksen iän erosta laskea alikasvoksen nuorentumisaika. Näin ei ole kuitenkaan läheskään aina tapahtunut, vaan ovat kaikki puulajit tarvinneet aikaa ennenkun ovat voineet jälleen vallata alan. Sen vuoksi on nuorentumisaika yritettävä määrätä palovuoden ja nykyisen metsän iästä. Palovuosi on monessa tapauksessa verrattain helposti määrättävissä, sensijaan toinen tekijä, nykyisen metsän ikä voi jäädä epävarmemmaksi ikämääräyksiin liittyvien virheiden takia.

Lähtökohtana nuorentumisaikaa määrättäessä on käytetty palon aikana alalla kasvaneisiin puihin syntyneitä merkkejä, palokoroja. Vuosilustot, jotka ovat muodostuneet palokoron päälle, ilmaisevat palosta kuluneen ajan vuosissa.[1]

[1] Palovuotta ei tietenkään voida laskea avonaisesta korosta, jonka päälle ei ole kylestynyt puuta. Tavallisesti tuli vikaannuttaa puuta kauemmaksikin kuin varsinaisen näkyvän koron kohdalta. Poikkileikkauksessa lähtee avonaisesta palopaikasta molemmille puolille syvälle puuhun ulottuvat tummat teräväpiirteiset juovat, jotka

Seuraava taulukko (taulukko IV) osoittaa eräitä tapauksia kuusen ja männyn nuorentumisajoista. Kun kasketuilta alueilta ei vanhojen puiden puuttumisen takia voitu tehdä havaintoja, koskevat tiedot yksinomaan kulon polttamia maita.

TAULUKKO IV. — *TAFEL IV.*

Koealan n:o *Nr. der Probefläche*	Metsätyyppi *Waldtypus*	Palosta kulunut aika *Die seit dem Brande verflossene Zeit*	Ylikasvoksen (Mä) ikä keskimäär. *Durchschnittl. Alter des Oberstandes (Ki)*	Alikasvoksen ikä *Alter des Unterwuchses*: keskim. *im Durchschn.*	Alikasvoksen ikä *Alter des Unterwuchses*: yksityiset havainnot *einzelne Beobachtungen*	Nuorentumisaika *Verjüngungsdauer*: ylikasv. (Mä) *des Oberstandes (Ki)*	Nuorentumisaika *Verjüngungsdauer*: alikasvoksen *des Unterwuchses* keskim. *im Durchschn.*	Nuorentumisaika *Verjüngungsdauer*: alikasvoksen *des Unterwuchses* raja-arvot *Grenzwerte*
		vuosissa — *Jahre*						
48	MT	106	—	90	90. 90. 90	—	16	16—16
55	»	101	95	91	88. 94. 91	6	10	7—13
62	»	100	94	94	92. 92. 97	6	6	3—8
68	»	99	97	87	77. 87. 90. 94	2	12	5—22
53	VT	99	93	90	84. 93. 93	6	9	6—15
54	»	111	—	85	78. 80. 83. 86. 90. 90	—	26	21—33
58	»	100	—	87	82. 83. 84. 88. 89. 92. 94	—	13	6—18
59	»	99	—	82	79. 78. 82. 83. 85. 83. 85	—	17	14—21
60	»	100	—	82	77. 81. 81. 82. 88	—	18	12—23
61	»	100	—	89	82. 89. 89. 90. 94	—	11	6—18
63	»	99	87	84	79. 80. 85. 87. 88	12	15	11—20
69	»	99	96	95	93. 96. 96	3	4	3—6

Vaikkakaan näistä harvoista havainnoista ei voida saada mitään yleispäteviä lukuja metsien nuorentumisajasta metsäpalojen jälkeen, osoittanevat ne kuitenkin eräitä piirteitä, jotka ovat ominaisia tutkimusalueella.

---

sattuvat samojen vuosilustojen väliin. Tämä on merkkinä siitä, että ainakin tutkituissa puissa palokesänä ennen paloa jo oli muodostunut vuosilusto jokseenkin täydelliseksi. Nähtävästi kulot olivat sattuneet, niinkuin ne useimmiten sattuvat, myöhemmin kesällä. Voidaan myöskin otaksua puun kärsineen palossa niin kovin, ettei paksuuskasvua sinä vuonna enää tapahtunut.

Jos siis palokoron päältä löydettiin esim. 100-vuosilustoa v. 1926 (tämän vuoden lustokin oli valmis, koska tutkimukset suoritettiin syyskesällä) oli palo sattunut kesällä 1826. Ensimmäinen palon jälkeen kasvanut lusto oli tietenkin v:lta 1827. Alikasvospuulle, joka olisi ollut esim. 90-vuotista, olisi nuorentumisajaksi saatu 10 vuotta j.n.e.

Ensinnäkin käy selville, ettei edes mäntyä näytä tulleen palaneelle alalle heti palovuoden jälkeisenä aikana, vaan on siihen kulunut eri olosuhteissa eri kauan. Mäntyä koskevia havainnoita ei voida esittää kaikista tutkituista metsiköistä, koska kaikissa ei ole metsikkö harventunut palossa niin paljon, että männyn uudistuminen olisi voinut tapahtua, mutta niissä metsiköissä, joissa on nuorempaakin mäntyä, näyttää nuorentumisaika olleen melkoisen pitkä. Koealalla 68 on kulunut n. 2 vuotta, koealalla 69 n. 3, koealoilla 53, 55 ja 62 n. 6 ja koealalla 63 kokonaista 12 vuotta ennenkun mäntyä on tullut alalle palon jälkeen. Yksityisiä puita on tosin saattanut ilmestyä aikaisemminkin, mutta varsinainen metsikkö lienee syntynyt kussakin tapauksessa keskimäärin esitettynä aikana. Kun havaintoja on näin vähän, ei voida sanoa olisiko männyn nuorentumisajassa ollut eroa eri metsätyypeillä.

Enemmän kuin männyn nuorentumisaika, kiinnostaa esilläolevan tutkimuksen kannalta kuusen tulo palaneille aloille. Havainnot osoittavat kuusen tarvinneen kohtalaisen pitkän ajan ennenkuin se on metsittänyt paikan. Niillä kohdilla, joilla vertailuja voidaan tehdä männyn kanssa, on kuusen nuorentumisaika keskimäärin miltei poikkeuksetta pitempi. Eräissä tapauksissa kuten koealalla 53 ja 69 näyttävät yksityiset kuuset syntyneen samoihin aikoihin kuin ylikasvosmännyt, jopa koealalla 68 on yksi koepuu 3 vuotta vanhempikin kuin ylikasvos. Missä määrin ilmiö johtuu iän määräämisessä syntyneistä virheistä tai todellisesta ikäerosta, ei voida sanoa. Mahdotontahan ei saata olla sekään, että joissakin tapauksissa on voinut mäntyä tulla vielä sen jälkeen kun alalla jo oli pientä kuusta. Nämä poikkeukset eivät kuitenkaan muuta sitä pääsääntöä, että kuusi on saapunut tutkituille aloille myöhemmin kuin mänty silloinkin, kun niiden yhtaikaiselle saapumiselle ei näytä olleen mitään ulkoisia syitä.

Kuusen nuorentumisaikaa lähemmin tarkasteltaessa huomataan ainoastaan kahden koekuusen tulleen alalle 3 vuotta palon jälkeen ja vain harvat puista alle 10 vuotta. Paremmin kuin yksityisiä puita koskevat havainnot kuvaavat kuitenkin keskimääräiset luvut alikasvoksien nuorentumisaikaa. Niissä näet kuvastuu kuinka pitkän ajan kuluttua palon jälkeen alikasvos metsikköjaksona on vallannut alan. Edellä olevasta taulukosta nähdään, että ainoastaan 3:ssa tutkitussa tapauksessa on alikasvos tullut alalle vähemmässä kuin 10 vuodessa. Yleensä on kulunut yli 10 vuotta ja koealalla 54 26 vuotta. Yleensä näyttävät mustikkatyypin maat kuusistuvan nopeammin kuin puolukkatyypin. Käenkaali-mus-

tikkatyypillä, kuten aikaisemmin jo on mainittu, ei ole saatu tässä suhteessa valaisevaa aineistoa, koska nämä maat ovat kaskettuja ja niiltä ovat vanhat puut kadonneet, mutta muista merkeistä päättäen näyttävät ne kuusistuvan vieläkin nopeammin kuin mustikkatyyppi.

Männyn ja kuusen nuorentumisnopeus riippuu sangen monista seikoista. Aikaisemmin on jo puhuttu siemenvuosien merkityksestä. Vaikka jollakin kasvupaikalla olosuhteet muuten olisivat kiitollisia nuorennoksen syntymiselle, ei ala voi tietenkään metsittyä ennenkun emämetsä tai emäpuut ovat muodostaneet riittävästi siementä. Siementävien puiden etäisyys ja alalla kasvavan entisen metsän laatu voivat myöskin pidentää nuorentumisaikaa. Viimemainittu seikka tulee selvimmin esille männyn uudistumisessa. Jos esim. palon jälkeen männikkö on jäänyt niin tiheäksi, että uudistuminen voi tapahtua vain paikotellen, saattaa kulua pitkänlainen aika, ehkä joudutaan odottamaan hyvään siemenvuoteen saakka, ennenkun siementä on sattunut tulemaan niille harvoille paikoille, joille tämänlaatuisissa metsissä voi taimistoa syntyä ja kehittyä. Lakarin (1921) mukaan näyttää siemenlevollakin olevan merkitystä nuorentumisajan pidentäjänä.

Nuorentumisajan pituuteen vaikuttaa ehkä vielä suuremmassa määrässä kuin äskenmainitunlaiset seikat, sellaiset, että kasvupaikalle tulleet havupuiden siemenet eivät ole voineet itää ja kehittyä alalla palon jälkeen muodostuneissa olosuhteissa. Siitä, minkälaiset olosuhteet tutkimusalueella ovat vallinneet, saadaan jonkinlainen käsitys sekä tavallisilta kuloaloilta että luonnonnuorennoksen helpottamista varten kulotetuilta hakkuualoilta. Kulotetut siemenpuuasentoalat vastannevat lähinnä sellaisia vanhoja kuloaloja, joilta kaikki puut eivät ole kuolleet, ja paljaaksihakkuualat tuhoisampia metsäpaloja. Vertailut eivät luonnollisesti pidä paikkaansa kaikkiin yksityiskohtiin nähden. Ne puut, jotka vanhoilla kuloaloilla ovat säilyneet, ovat useimmiten olleet kulon aikana nuorempia kuin nykyiset siemenpuut hakkuualoilla. Metsikkö on niinikään usein jäänyt vanhoissa kuloissa tiheämmäksi kuin siemenpuuasennot, joskin joissakin tapauksissa on sattunut hyvinkin voimakasta harventumista. Sitävastoin lienee siemenpuuasentoja ja paljaaksihakkuualoja kulotettaessa tulen voima suurempi runsaiden hakkuutähteiden vuoksi kuin varsinaisissa metsäpaloissa. Siinä suhteessa ovat kuitenkin kaikki nyt kysymyksessä olevat alat samanlaisia, että ne ovat joutuneet tulen kanssa kosketuksiin.

Kulotuksen jälkeen näyttävät hakkuualat tutkimusalueella ruohottuvan yleisesti. Kuivemmilla mailla ei ilmiö esiinny erikoisen huomattavana,

mutta sitä yleisempänä tuoreemmilla kasvupaikoilla. (Vrt. Heikinheimo, 1915). Jo kulotuskesänä alkaa MT-kankaille ilmestyä yksinäisiä *Calamagrostis*-mättäitä. Seuraavana kesänä nämä lisääntyvät ja kolmantena vuonna saattaa koko alue olla jokseenkin yhtenäisen, usein lähes metrin mittaisen *Calamagrostiksen* peitossa. Tätä kasvustoa täydentävät vielä *Luzula pilosa* ja *Aira*-lajit. Esim. Suojärvellä nähtiin tutkimuskesinä alavampia kulotettuja siemenpuuasentoaloja, joille heinäkasvillisuus antoi hyvin luonteenomaisen leimansa. Näille aloille ilmestyneillä männyntaimilla ei ole suuria menestymisen mahdollisuuksia.. Kuivemmilla mailla kasvavat heinät eivät sitävastoin riittäne sanottavammin estämään männyn uudistumista. Mutta heinäkasvusto ei näytä olevan kovin pitkäaikainen. Vanhemmilla hakkuualoilla saattoi jo havaita sen taantumista. Sitä mukaa kuin ruohokasvillisuus harvenee voidaan aloille odottaa männynnuorennosta. Jos kuusen taimisto on tullut alalle heinettymiskautena voi se Heikinheimon (1915) mukaan kehittyä. Tutkimusalueella näyttää kuusi tulevan alalle niin myöhään, että varsinainen heinettymiskausi on jo sivuutettu.

Toisissa tapauksissa eivät kulotetut alat heinety kovin runsaasti, vaan niille ilmestyy lehtipuiden taimia. Lehtipuut voivat jo pelkän siemenvuosien yleisyyden perusteella vallata kuloalueita. Heikinheimon (1915) mukaan on haavalla tällainen mahdollisuus kaskialoilla joka vuosi, koivulla melkein joka vuosi ja lepällä joka toinen vuosi ottaen tällöin huomioon, että kaskialojen reunoilla väljässä kasvavat puut tekevät tavallista runsaammin siementä huonoinakin siemenvuosina. Tavallisissa oloissa näyttää haavalla olevan hyviä ja runsaita siemenvuosia jotenkin joka vuosi, koivulla joka toinen tai joka kolmas vuosi ja lepällä joka kolmas vuosi. — Lehtipuut voivat tutkimusalueella vallata kuivanlaisiakin kasvupaikkoja. Koivu ja leppä, mutta varsinkin haapa esiintyvät kulotetuilla hakkuualoilla usein hyvin tiheänä viitana heti polton jälkeen. Tuoreemmilla paikoilla niinkuin esim. OMT:n koealoilla on tämänlaatuinen metsikkö jäänyt pysyväiseksi. Koivu on lopulta jäänyt valtapuuksi, haavan ja lepän esiintyessä vähäisessä määrässä sekapuina. Mutta kuivemmilla kasvupaikoilla kuten VT:n ja osittain MT:nkin mailla eivät lehtipuutiheiköt näytä kehittyvän lopulliseksi valtametsäksi. Ne kasvavat aluksi nopeasti ja saavuttavat 1 à 2 metrin korkeuden, jonka jälkeen tulee taantumus. Haapa ja leppä alkavat vähitellen kuolla, samoin koivu. Nykyiset metsät, jotka ovat samanlaisilla kasvupaikoilla ja kaiken todennäköisyyden mukaan syntyneet suunnilleen samanlaisista metsiköistä kuin mainitut kulotetuille alueille muodostuneet lehtipuuvesakot, ovat usein män-

tyvaltaisia koivun ja haavan ollessa sekapuuna milloin suuremmassa milloin pienemmässä määrässä. Todennäköisesti on mäntyä jo alunperin ollut jonkunverran vesakossa, mutta ehkä suurin osa siitä on tullut alalle vasta sitten kun lehtipuut ovat alkaneet kuolla. Näin ollen voi lehtipuukausi olla syynä männyn nuorentumisajan pitenemiseen. Lehtipuukausi on tavallisesti niin lyhyt, että sen aikana ja sen jälkeen syntyneet mäntyvaltaiset metsät ovat esim 90 à 100-vuotisina asiallisesti tasaikäisiä.[1]

Missä määrin tämä oletettu lehtipuuvaihe on ollut syynä kuusialikasvoksen nuorentumisaikaan, on vaikeata ratkaista. Todennäköisimmältä tuntuu, ettei alikasvosta monessa tapauksessa olisi syntynyt aikaisemmin, vaikkei lehtipuuvaihetta olisi ollutkaan ja että alikasvos, jos muut edellytykset olisivat olleet suotuisat, olisi voinut päästä alalle lehtipuista riippumatta. Kuusialikasvosten nuorentumisaika on yleisesti niin pitkä, varsinkin mäntyyn verraten, että kuusen uudistumiselle näyttää olevan muitakin esteitä kuin ne, mitkä johtuvat sellaisista seikoista kuin siemenvuosien jaksottaisuudesta, maan ruohottumisesta, lehtipuiden valtaanpääsystä jne. Kun alikasvokset ovat palon tai kaskiviljelyksen jälkeen syntyneitä, saattaa palon maassa aiheuttamilla muutoksilla olla merkitystä nuorentumisajan pituuteen.

Heikinheimon (1915, s. 153—154) mukaan on polton vaikutus puulajien nuorentumiseen kaskiahoilla erilainen. »Epäedullisimmin näyttää poltto vaikuttavan kuusen uudistumiseen. Metsäpalojen hävittämille maille sitä palon lähivuosina harvoin nousee. Ja sama ilmiö nähdään myöskin kaskimailla; ensimmäisenä puulajina ilmestyy kuusta niille aniharvoin - - - - ainakaan siinä määrässä, että olisi toivoa saada edes jotenkin puhdas metsikkö. - - - - Muita puulajeja nuorempana on kuusi sitävastoin monin paikoin yleinen. Joskus on ikäeroitus vain muutamia vuosia - - -, usein kuitenkin 10-kunta vuotta ja sitä enemmän - - -».

---

[1] Lehtipuiden ilmestyminen kuiville kankaille ja sitte katoaminen ei ole harvinaista muuallakaan. Esim. Siikakankaalla on keinollisesti perustettuihin männyn taimistoihin ilmestynyt kituvaa haapaa, jolla ei ole siellä mitään menestymisen mahdollisuuksia. Toisen esimerkin lehtipuiden katoamisesta voi mainita Käkisalmen hoitoalueesta. Eräältä Laatokan rannalla olevalta kangaskorvelta oli myrsky v. 1914 kaatanut kaikki kuuset. V. 1918 oli alalla hyvin tiheä, n. miehenkorkuinen koivun, haavan ja lepän taimisto. V. 1926, jolloin taas oli tilaisuus tarkastaa alaa, olivat lehtipuut suurimmaksi osaksi kuolleet, osa oli kuolemaisillaan. Aluksi kuivuivat latvat ja sen jälkeen muu osa. Alalla oli viimeksi erinomainen ja tiheydeltään moitteeton kuusinuorennos. Kaiken todennäköisyyden mukaan syntyy tälle paikalle kuusivaltainen metsä, jossa koivua ja haapaa on siellä täällä sekapuuna kuten vieressä vastaavanlaisella kasvupaikalla.

Paitsi metsäpalo- ja varsinaisille kaskialoille, ei kuusta tule kernaasti muillekaan poltetuille maille, kuten polttaen viljellyille kydöille, vanhojen tervahautojen pohjille, poltettujen risukasojen kohdille, j.n.e. Hyvillä kaskimailla voi kuitenkin kuusen kylvö onnistua. Heikinheimo on tavannut onnistuneita kuusikulttuureja m.m. Mikkelin hoitoalueessa ja Vuori (1913) Evolla. Hartolassa on eräille tuoreille kaskialoille kylvetty kuusta, joka paikotellen näyttää menestyvän hyvin (Pöntynen, 1919, s. 118—120).

Varsin valaisevia ovat Heikinheimon (1915, s. 158—160) kokeet eri puulajien siementen itämisestä tuhkassa. Kokeiden mukaan näyttivät käytetyt tuhkamäärät vaikuttaneen haitallisesti kaikkien puulajien siementen lopulliseen itäväisyyteen. Vähiten kärsivät tuhkasta mänty ja koivu, paljon enemmän sensijaan leppä ja kuusi. Kuusen siemen onkin Heikinheimon mukaan arin runsaanlaiselle alkaalipitoisuudelle. Vaikkakin tätä tulosta arvosteltaessa on otettava huomioon eri puulajien siementen erilainen itäväisyys neutraalisessa maassa, näyttivät kokeet ainakin kuusen siemenellä olevan männynsiemeneen verraten suuremman itäväisyyden alenemisen kuin pelkkä siementen erilaisuus edellyttää.

Luonnonoloissa ei lipeäpitoisuus maassa säily, kuten Heikinheimo huomauttaa, kovinkaan kauan konsentroituna, sillä pintavesi kuljettaa maassa olevaa lipeää muualle sekä horisonttaaliseen että vertikaaliseen suuntaan. Koska on syytä otaksua siementen luonnonoloissakin joutuvan joksikin ajaksi väkevänlaiseen liuokseen, teki Heikinheimo kokeita, missä määrin siemenet kykenevät itämään edullisemmissa oloissa oltuaan ensin väkevämmässä tuhkauutteessa. Kokeiden mukaan näytti männyn siemen menettävän itävyytensä voimakkaassa uutteessa helpommin, jos kin kuusi oli sitä hyvin lähellä. Näissäkään kokeissa eivät vielä kuvastuneet luonnonolot kovin selvästi. Sen vuoksi tehtiin lisäkokeita, joissa tuhkapitoisuus pyrittiin laskemaan sellaiseksi kuin se kaskialueilla voidaan olettaa muodostuvan. Järjestämällä kokeet sarjaan, joissa tuhkapitoisuus vaihteli alle ja yli kaskenpoltossa saadun määrän, voitiin seurata erilaisen tuhkapitoisuuden vaikutusta siementen itämiseen. Nämäkin kokeet osoittivat taimien luvun laskevan kuusella suhteellisesti enemmän kuin männyllä tuhkapitoisuuden suuretessa. Havaintojensa ja kokeittensa perusteella on Heikinheimo järjestänyt eri puulajit siihen järjestykseen, jossa ne voivat siementää kaskiahoja eri seikkain vaikuttaessa yksin tulokseen. Poltosta johtuvan maan alkaalisuutta silmällä pitäen on kuusen vaikeinta uudistua näillä mailla.

Useat ruotsalaiset tutkijat ovat myöskin kiinnittäneet huomiota kuusen

vaikeaan uudistumiseen paloaloilla. Varsinkin kuivemmilla kasvupaikoilla näyttää kuusi vasta pitemmän ajan kuluttua saavan jalansijaa. Sen vuoksi ei hakkuualojen kulottamista olekaan suositeltu mikäli alat tahdotaan metsittää kuusella. (Vrt. Heikinheimo 1915, kirjallisuusluetteloja).

Jos tätä taustaa vastaan tarkastetaan tutkimusalueella vallitsevia olosuhteita, käy ilmeiseksi, että kuusialikasvoksien suhteellisen pitkään nuorentumisaikaan voi myöskin metsäpaloilla ja kaskiviljelyksellä olla osuutta. Nähtävästi kuusi intensiivisestä levenemiskyvystään huolimatta ei ole kyennyt tulemaan alalle yhtä helposti kuin mänty ja koivu. Tämän vuoksi alikasvokset yleensä ovat nuorempia kuin mainitut puulajit sellaisissakin tapauksissa, joissa ei näytä olevan olleen muita, nimenomaan kuusen uudistumista vaikeuttavia tekijöitä. Mitkä seikat palaneessa maassa lähinnä ovat hidastuttaneet kuusen siemenen itämistä ja taimien kehittymistä, ei ole vielä riittävästi selvitetty. Todennäköisesti kysymys on sangen monimutkainen ja erilainen eri olosuhteissa. Edellämainitut Heikinheimon idätyskokeet ovat osoittaneet, että maan tuhkapitoisuudella ja siitä johtuvalla alkaalisuudella on vaikutusta. Sellaisillakin kuloaloilla, joilla varsinainen puukasvusto ei ole sanottavasti palanut, saattaa tuhkaa tulla runsaasti pintakasvillisuuden ja maan orgaanisen aineksen palaessa. Heikinheimon mukaan juuri tästä palaneesta aineksesta syntyy suurin osa tuhkaa kaskettaessakin, vaikka tällöin palaa melkoisesti puutakin. Metsäpaloissa syntynyt tuhkamäärä voi näin ollen yhtä hyvin kuin kaskialoillakin pidentää kuusen nuorentumisaikaa. Vasta sitten kun maa palon jälkeen on »tekeytynyt» tarpeellisessa määrässä, näyttää alkavan kuusen varsinainen leveneminen. Tähän viittaa m.m. Hesselman (1926 b) mainitessaan, että taimiston syntymiselle on humuksen »kypsyys» (»mognaden») tärkeä hakkuu - resp. paloaloilla. (Vrt. myös Vibeck, 1911.) — Nykyisiä kulotettuja hakkuualoja tarkastettaessa havaitaan varsinkin silloin kun kulotus on ollut lievää, että sammalisto ei ole palanut kokonaan tuhkaksi, vaan peittää alan jonkinlaisena hiiltyneenä, verrattain kiinteänä kartena. Tällaisen kerroksen läpi eivät siemenet pääse helposti niin syvälle, että ne voisivat juurtua. Tämäkin seikka voi osaltaan vaikeuttaa kuusen uudistumista palaneilla aloilla.

PUULUKU.

PUULUKU SUHTEESSA IKÄÄN.

Aikaisemmin on jo selvitetty minkälaisia alikasvosmetsiköitä on otettu lähemmin tutkittaviksi. Menetelmä on johtanut siihen, että metsiköt ovat puulukuunsa nähden toisistaan suuresti poikkeavia, sillä toisissa tapauksissa on jo 1.3 m tai sitä suurempien puiden suhteellisen pieni luku riittänyt muodostamaan täystiheän metsikön, toisissa taas on siihen tarvittu paljon enemmän puita. Tärkein seikka, joka tavallisissa täystiheissä metsissä määrää puiden luvun on ikä siten, että nuorissa metsissä puuluku on suurempi kuin vanhemmissa. Mutta alikasvoksissa on muitakin seikkoja, jotka saattavat vaikuttaa puulukuun. Ennenkaikkea on otettava huomioon ylikasvoksen mahdollinen vaikutus. Näinollen täytyisi puulukuja eri metsiköissä toisiinsa verrattaessa samanaikaisesti pitää silmällä paitsi alikasvosten ikää ja puulukua myöskin ylikasvosten samoja seikkoja. Täten tulisi alikasvosten puuluku asetettavaksi korrelatiiviseen suhteeseen kolmeen eri seikkaan nähden, jotka kaikki voivat vaikuttaa eri suuntiin.[1] Tämänlaatuinen vertailu on kuitenkin sangen vaikea tehtävä, ellei

TAULUKKO V. — *TAFEL V.*

Ikäluokat v. *Altersklassen*	OMT		MT		VT	
	Puita keskimäärin ha:lla kpl *Durchschnittliche Baumanzahl pro Ha*	Koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*	Puita keskimäärin ha:lla kpl *Durchschnittliche Baumanzahl pro Ha*	Koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*	Puita keskimäärin ha:lla kpl *Durchschnittliche Baumanzahl pro Ha*	Koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*
36—45	7 840	2	32 160	1	—	—
46—55	4 100	2	10 130	4	—	—
56—65	5 300	1	7 000	4	—	—
66—75	4 550	2	5 241	6	—	—
76—85	—	—	8 524	8	11 583	14
86—95	—	—	10 333	11	11 657	14
96—105	—	—	—	—	—	—
106—115	—	—	—	—	6 100	1
Yht. *Zusammen*	—	7[2]	—	34	—	29

[1] Vielä monimutkaisemmaksi muuttuisi asia, jos ylikasvoksen puulajit otettaisiin huomioon.

[2] Otettu huomioon vain koealat 8, 19, 20, 44, 47, 50 ja 67, koska koealat 70, 71 ja 72 ovat apuharvennettuja.

tässä tapauksessa mahdotonkin. (Vrt. Lönnroth, 1917). Sen vuoksi otetaan aluksi verrattavaksi vain alikasvosten puuluku suhteessa ikään ja senjälkeen puuluku suhteessa ylikasvokseen.

Jos aluksi lasketaan eri ikäluokkiin sattuneista koealametsiköistä keskimääräinen puuluku, saadaan taulukko V.

Havaintojen lukumäärä eri ikäluokissa on tosin niin pieni, ettei niiden perusteella voida väittää laskettujen keskimäärin juuri yllämainitunlaisina olevan ehdottomasti paikkansapitäviä muissa kuin tutkituissa alikasvoksissa. Mutta yleisiä piirteitä niiden on katsottava osoittavan tutkimusalueen tyypillisissä alikasvoksissa. Ensinnäkin on aivan ilmeistä, että OMT:n alikasvoksissa on vähemmän puita kuin samanikäisissä MT:n alikasvoksissa ja MT:llä taas puolestaan vähemmän kuin VT:llä. Tästä säännöstä ei keskiarvoissa ole poikkeusta yhdenkään ikäluokan kohdalla. Tämän lisäksi osoittavat keskiarvot, ettei alikasvosten puiden luku samalla metsätyypillä näytä riippuvan kovin suuresti metsikön iästä. OMT:llä, jolta on saatu vähimmän koealoja näkyy kuitenkin parhaiten jonkinlaista lainmukaisuutta. Lukuunottamatta 56—65-vuosista ikäluokkaa, jossa on vain yksi havainto, alenee puiden luku iän lisääntyessä. Sitävastoin MT:llä, vaikka sillä havaintojen määrä on suurin on puuluku ikään verraten aivan epäsäännöllinen. Nuorimmista, 36—45-vuotisista alikasvoksista ei ole kuin yksi havainto, joten suurta puulukua voidaan pitää yhtä hyvin sattumana kuin alhaisesta iästä johtuvana. Seuraavissa ikäluokissa on enemmän havaintoja, mutta säännönmukaisuutta ei niissäkään havaita. Päinvastoin on lähinnä suurin puuluku vanhimmassa eli 86—95 v. ikäluokassa, jossa lisäksi on enimmän havainnoita. VT:llä on alikasvoksien keskimääräinen puuluku pääosassa aineistoa suunnilleen yhtä suuri. Ikäluokassa 106—115 v., johon on tullut vain yksi havainto, on tosin suhteellisen pieni puuluku, mutta yhden havainnon perusteella ei voida tehdä päteviä johtopäätöksiä.

Edellä on tarkastettu alikasvosten keskimääräistä puulukua kussakin ikäluokassa. On vielä syytä katsoa millä tavalla ikäluokat ja puuluku luokiteltuina järjestyvät. Puut on järjestetty 1 000 puuta käsittäviin luokkiin, ikäluokat pysytetään samoina. Taulukko VI osoittaa suhteita mustikkatyypillä.[1]

[1] OMT:ltä ei ole katsottu olevan syytä esittää vastaavanlaista taulukkoa vähien havaintojen takia.

TAULUKKO VI, MT. — *TAFEL VI, MT.*

Puita ha:lla kpl *Anzahl der Bäume pro Ha*	Koealoja ikäluokissa *Probeflächen in den Altersklassen*						Yhteensä koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*
	36-45 v. J.	46-55 v. J.	56-65 v. J.	66-75 v. J.	76-85 v. J.	86-95 v. J.	
2501—3500	—	—	—	1	—	—	1
3501—4500	—	—	1	—	—	—	1
4501—5500	—	1	—	4	2	—	7
5501—6500	—	1	1	—	—	3	5
6501—7500	—	—	—	—	—	1	1
7501—8500	—	1	—	1	3	3	8
8501—9500	—	—	2	—	—	1	3
9501—10500	—	—	—	—	1	1	2
10501—11500	—	—	—	—	1	—	1
11501—12500	—	—	—	—	—	—	—
12501—13500	—	—	—	—	1	—	1
13501—14500	—	—	—	—	—	—	—
14501—15500	—	—	—	—	—	1	1
15501—16500	—	—	—	—	—	—	—
16501—17500	—	—	—	—	—	—	—
17501—18500	—	—	—	—	—	—	—
18501—19500	—	—	—	—	—	—	—
19501—20500	—	—	—	—	—	—	—
20501—21500	—	1	—	—	—	—	1
21501—22500	—	—	—	—	—	—	—
22501—23500	—	—	—	—	—	—	—
23501—24500	—	—	—	—	—	—	—
24501—25500	—	—	—	—	—	—	—
25501—26500	—	—	—	—	—	—	—
26501—27500	—	—	—	—	—	—	—
27501—28500	—	—	—	—	—	—	—
28501—29500	—	—	—	—	—	—	—
29501—30500	—	—	—	—	—	1	1
30501—31500	—	—	—	—	—	—	—
31501—32500	1	—	—	—	—	—	1
Yht. *Zusammen*	1	4	4	6	8	11	34

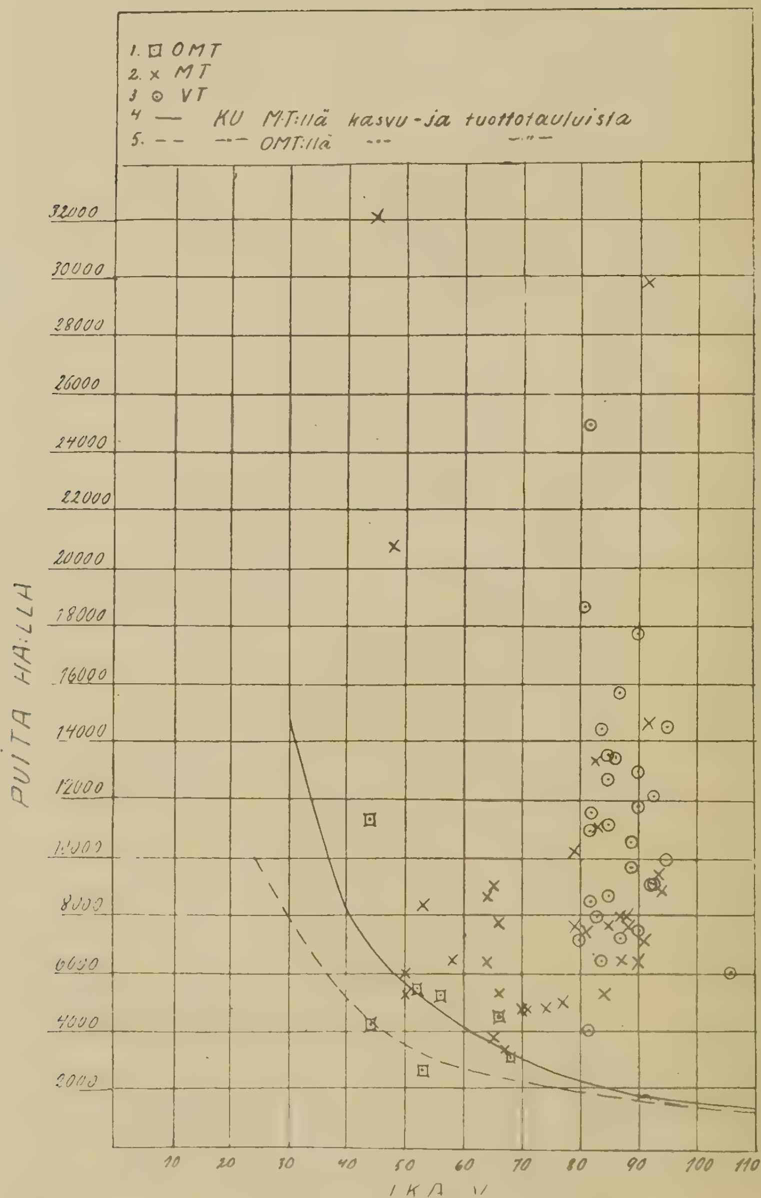
Taulukko osoittaa ehkä vielä selvemmin kuin edellä esitetyt keskimääräiset luvut, ettei ainakaan nyt kerätty aineisto osoita selvää riippuvaisuussuhdetta iän ja puuluvun välillä MT:llä. Korkein puuluku on tosin nuorimmassa ikäluokassa (1 havainto), mutta lähes yhtä suuri puitten

luku on myös vanhimmassa ikäluokassa (1 havainto). Suurin osa koealoista on sellaisia, joissa puitten luku on 9 500 tai sen alle. Jos sen yläpuolella olevia koealoja pidetään »hajahavaintoina», ja tarkastellaan vain pienempipuisten koealojen järjestymistä iän mukaan, ei silloinkaan ilmene selvää korrelatiota kysymyksessä olevassa suhteessa.

Vastaavanlainen taulukko (taulukko VII) puolukkatyypiltä ei myöskään tuo esille selvempää puuluvun riippuvaisuutta iästä. Päinvastoin näyttävät havainnot jakaantuvan tällä metsätyypillä enemmän kuin edellisellä. Esim. ikäluokassa 76—85 v. vaihtelee puuluku 3 501—4 500 luokasta 24 501—25 500 luokkaan. Lähes yhtäsuuria vaihteluita huomataan ikäluokassa 86—95 v.

TAULUKKO VII, VT. — *TAFEL VII, VT.*

Puita ha:lla kpl *Anzahl der Bäume pro Ha*	Koealoja ikäluokissa *Probeflächen in den Altersklassen*				Yhteensä koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*
	76-85 v. *J.*	86-95 v. *J.*	96-100 v. *J.*	106-115 v. *J.*	
3501—4500	1	—	—	—	1
4501—5500	—	—	—	—	—
5501—6500	—	—	—	1	1
6501—7500	2	1	—	—	3
7501—8500	1	1	—	—	2
8501—9500	2	2	—	—	4
9501—10500	—	2	—	—	2
10501—11500	2	1	—	—	3
11501—12500	1	2	—	—	3
12501—13500	1	1	—	—	2
13501—14500	1	1	—	—	2
14501—15500	1	1	—	—	2
15501—16500	—	1	—	—	1
16501—17500	—	—	—	—	—
17501—18500	—	1	—	—	1
18501—19500	1	—	—	—	1
19501—20500	—	—	—	—	—
20501—21500	—	—	—	—	—
21501—22500	—	—	—	—	—
22501—23500	—	—	—	—	—
23501—24500	—	—	—	—	—
24501—25500	1	—	—	—	1
Yht. *Zusammen*	14	14	—	1	29



Kuva 32. Alikasvosten puuluku kasvu- ja tuottotaulujen mukaiseen puulukuun verraten. — *Abb. 32. Baumzahl des Unterwuchses im Vergleich zur Baumzahl der Ertragstafeln.* Puita ha:lla = *Bäume pro Ha,* Ikä v. — *Alter J.* 1—3 = *Unterwuchsbäume auf verschiedenen Waldtypen.* 4 = *Fichte auf MT nach den Ertragstafeln.* 5. = *Fichte auf OMT nach den Ertragstafeln.*

Koska tutkittujen alikasvosten puuluku ei näytä vaihtelevan iästä riippuen, voidaan puitten lukumäärän vertaamiseksi eri metsätyypeillä laskea kaikki saman metsätyypin havainnot yhteen ja ottaa niistä keskiarvo. Kun näin tehdään saadaan eri metsätyypeille seuraavat alikasvospuiden lukua osoittavat luvut.

OMT,	puita ha:lla	keskimäärin	5 469	kpl.[1]
MT,	—»—	—»—	9 235	»
VT,	—»—	—»—	11 430	»

Asetelma osoittaa vieläkin selvemmin kuin ikäluokittaiset keskimäärät, miten alikasvospuiden määrä vaihtelee metsätyypin mukaan. Käenkaali-mustikkatyypillä on keskimäärin vain runsaasti puolet mustikkatyypin puuluvusta ja mustikkatyypillä puolestaan huomattavasti vähemmän puita kuin puolukkatyypillä.

Jotta alikasvoskuusten lukumäärää voitaisiin havainnollisemmin verrata kasvu- ja tuottotaulujen (Ilvessalo, Y., 1920 a) mukaisiin kuusten lukumääriin, on laadittu graafillinen esitys (kuva 32). Siinä on kukin koeala asetettu koordinaatistoon, jossa abskissalla on alikasvosten ikä ja ordinaatalla 1.3 korkeitten ja sitä suurempien puitten luku ha:lla. Vielä on piirretty kasvu- ja tuottotaulujen mukaan käyrät osoittamaan kuusten lukumäärää MT:llä ja OMT:llä.

Piirroksesta nähdään jokaisen alikasvosmetsikön täyttävän täystiheysvaatimukset samanikäisiin normaalimetsiköihin verraten ainakin sikäli kun asia riippuu puuluvusta. V a l t a v a s t i s u u r i m m a l l a o s a l l a k o e a l a m e t s i k ö i t ä o n p a l j o n e n e m m ä n p u i t a k u i n v a s t a a v a n i k ä i s i s s ä n o r m a a l i m e t s i k ö i s s ä. — Joskaan alikasvosten puuluku sellaisenaan ei täsmälleen ilmaise biologista ylitiheyttä, koska alikasvospuut ovat pienempiä kuin samanikäiset normaalimetsiköiden puut ja tarvitsevat näinollen vähemmän tilaa, niin on puita toiselta puolen monessa tapauksessa siksi paljon enemmän, että se voittaa puiden pienuuden vaikutuksen, joten alikasvoksissa on olemassa ylitiheyttä, vaikkei sen määrää voida helposti mitata.

PUULUKU SUHTEESSA YLIKASVOKSEN TIHEYTEEN.

Edellä on jo osoitettu, ettei ylikasvoksella ole sanottavaa vaikutusta alikasvospuiden tilajärjestykseen. Alikasvos voi olla harvempaa tai tiheämpää, mutta kummassakaan tapauksessa eivät yksityiset alikasvos-

[1] Koealojen 70, 71 ja 72 puulukua ei ole otettu huomioon.

puut näytä järjestyvän määrätyllä tavalla yksityisiin ylikasvospuihin nähden. Toinen asia on, onko ylikasvoksen erilaisella laadulla vaikutusta alikasvoksen kokonaispuulukuun.

Alikasvos joutuu taistelemaan ylikasvoksen kanssa ennenkaikkea valosta ja ravinnosta. Sen vuoksi saatetaan olettaa, että erilaisissa ylikasvoksissa alikasvosten puuluku vaihtelee jollakin määrätyllä tavalla ylikasvoksen laadusta riippuen. Kun luonnonmetsissä, joissa tutkimuksia ei voida suorittaa kokeilla, on vaikeata eliminoida yksityisen tekijän (valon, juurikilpailun y.m.) vaikutus erikseen, olisi löydettävä joku tunnusmerkki, johon summeerautuisivat mahdollisimman monet ylikasvoksen vaikutusta ilmaisevat seikat. Sellaisena voidaan pitää ylikasvoksen tiheyttä. Mutta tiheyden määrääminen siten, että ylikasvokset saataisiin objektiivisesti toisiinsa verrattaviksi, ei ole helppo tehtävä. Nyt kysymyksessä olevien ylikasvosten tiheyden määräämistä vaikeuttaa lisäksi niiden epäsäännöllisyys toisiinsa verraten. Useimmassa tapauksessa ne kyllä ovat puhtaita ja tasaikäisiä, mutta harvinaisia eivät ole sekametsiköt ja kaksi-ikäluokkaiset ylikasvokset. — Niistä monista metsikön tiheyden määräämistavoista, joita on kehitetty eri tarkoituksia varten, on tässä työssä pidetty sopivimpina sekä puulukuun että rinnankorkeuspohjapinta-alaan perustuvia menetelmiä.[1] Jos puulukua yksistään olisi pidetty tiheyden mittana, ei esim. kaksi-ikäluokkaisista ylikasvoksista olisi saatu tasaikäisiin verrattavia tuloksia. Sama olisi ollut laita yksistään pohjapinta-alaa käytettäessä. Saadakseen edes jossain määrin ylikasvoksen epäsäännöllisyyksiä tasotetuksi toimitettiin seuraavat laskelmat. Kunkin koealan ylikasvoksen tiheys laskettiin ensiksi puuluvun perusteella jakamalla puuluku kasvu- ja tuottotaulujen mukaisilla puuluvuilla. Sen jälkeen toimitettiin sama laskelma rinnankorkeuspohjapinta-alan perusteella. Näin saatiin aluksi kaksi tiheyslukua. Molemmista otettiin aritmeettinen keskiarvo, ja pidettiin sitä ylikasvoksen tiheytenä. Kasvu- ja tuottotauluista saatavat luvut otettiin luonnollisesti vastaavien metsätyyppien, puulajien ja iän kohdalta. Milloin ylikasvoksessa oli useampia puulajeja tai kahta ikäluokkaa, otettiin perustaksi se seikka, joka kulloinkin oli vallitsevana otaksuen koivulla, männyllä ja haavalla olevan osapuilleen samanlaisen vaikutuksen alikasvosten puulukuun. Vallitsevan iän käyttäminen taas on puolustettavissa sen vuoksi, että eriävän ikäluokan puita ei tavallisesti ollut paljoa samassa ylikasvoksessa.

[1] Koska metsikön tiheyden määräämistavoista on yksityiskohtaisia selostuksia oppi- ja käsikirjoissa, ei tässä yhteydessä ole katsottu olevan syytä puuttua asiaan sen lähemmin. Viitataan esim. Lönnrothin julkaisuun (1917, s. 179—).

Jotta ylikasvokset tulisivat tiheytensä puolesta toisistaan todella eriäviin luokkiin, on luokkaväli tehtävä suureksi. On näet syytä otaksua, ettei pienistä ja vielä lisäksi epävarmanlaisista tiheyseroista saada esille ylikasvoksen mahdollista vaikutusta alikasvoksiin. Sen vuoksi käytetään vain neljää luokkaa, nimittäin tiheysluokkia 0.10—0.25, 0.26—0.50, 0.51—0.75 ja 0.76—1.00.

Järjestämällä alikasvokset tämän mukaan saadaan seuraava taulukko:

TAULUKKO VIII. — *TAFEL VIII.*

Ylikasvoksen tiheysluokat (0.10—1.00) *Dichtigkeitsklassen des Oberstandes (0.10—1.00)*	OMT Puita keskimäärin ha:lla kpl *Durchschnittliche Baumanzahl pro Ha*	OMT Koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*	MT Puita keskimäärin ha:lla kpl *Durchschnittliche Baumanzahl pro Ha*	MT Koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*	VT Puita keskimäärin ha:lla kpl *Durchschnittliche Baumanzahl pro Ha*	VT Koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*
0.10—0.25	—	—	20 840	1	9 240	1
0.26—0.50	—	—	16 540	3	11 184	5
0.51—0.75	4 320	1	6 512	15	11 229	11
0.76—1.00	5 660	6	9 722	15	11 898	12
Yht. *Zusammen*	—	7[1]	—	34	—	29

Taulukosta käy ensinnäkin selville, että kaikilla metsätyypeillä on ylikasvos ollut verraten tiheätä. Suurimmalla osalla koealoja on ylikasvoksen tiheysaste yli 0.5. Tämä seikka johtuu tietenkin aineiston keräämisessä noudatetuista periaatteista. Vaikkakin ylikasvos sai vaihdella tiheydeltään, täytyi sitä olla niin paljon, että todella voitiin puhua ylikasvoksesta ja sen vastapainona alikasvoksesta. Muutamia harvoja ylikasvospuita ei tässä tutkimuksessa ole yleensä laskettu ylikasvokseksi. Täten on selitettävissä, että vain kaksi koealaa on joutunut ylikasvoksen tiheysluokkaan 0.10—0.25.

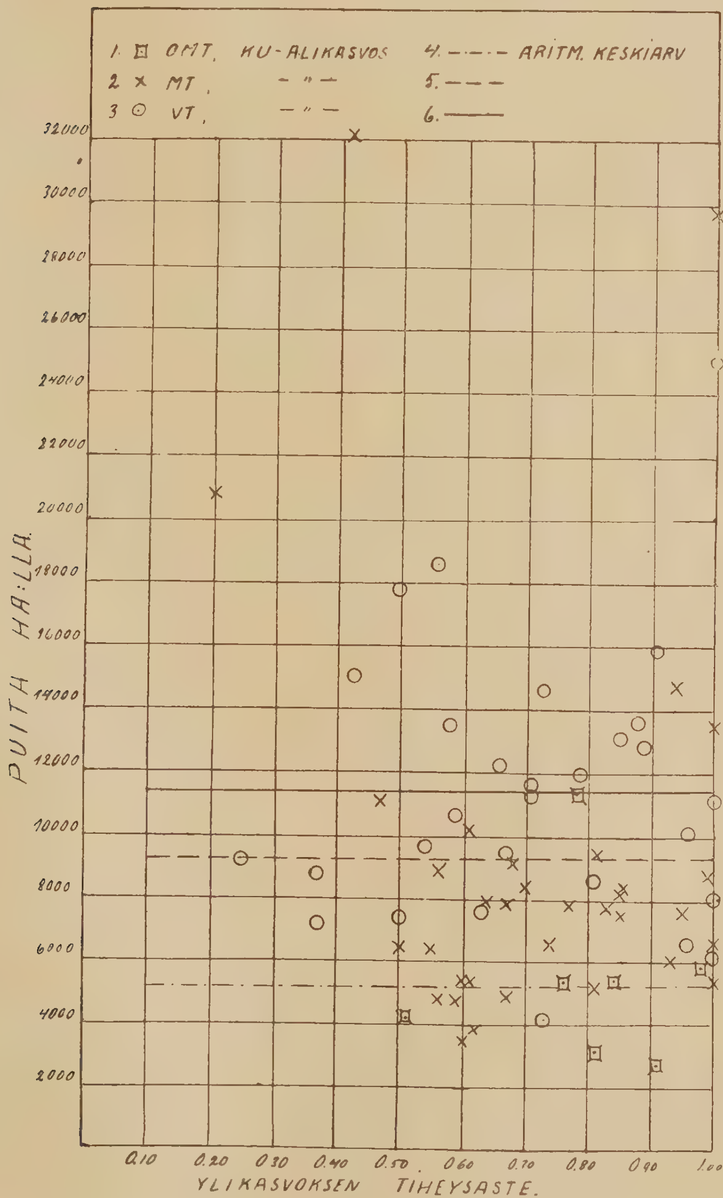
Jos tiheysluokkiin alle 0.50 kuuluvat koealat jätetään pois, koska niitä on kovin vähän, jää vertailu ylikasvoksen tiheyden vaikutuksesta alikasvoksen puulukuun tehtäväksi kahden tiheysluokan, 0.51—0.75 ja 0.76 +, välillä. Näissä on havaintoja kohtalaisen paljon. Tiheysero ylikasvoksissa on myöskin niin suuri, että ylikasvoksen tiheyden vaikutuksen pitäisi tulla esille.

[1] Koelat 70, 71 ja 72 eivät ole mukana.

TAULUKKO IX, MT.—*TAFEL IX, MT.* | VT. — *VT.*

Puita ha:lla kpl *Anzahl der Bäume pro Ha*	MT: Ylikasvoksen tiheysluokissa koealoja *Anzahl der Probefl. in der Dichtigheitskl. des Oberstandes* 0.10-0.25	0.26-0.50	0.51-0.75	0.76-1.00	Yhteensä koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*	VT: Ylikasvoksen tiheysluokissa koealoja *Anzahl der Probefl. in der Dichtigheitskl. des Oberstandes* 0.10-0.25	0.26-0.50	0.51-0.75	0.76-1.00	Yhteensä koealoja kpl *Anzahl der Probeflächen*
2501—3500	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—
3501—4500	—	—	1	—	1	—	—	1	—	1
4501—5500	—	—	5	2	7	—	—	—	—	—
5501—6500	—	1	2	2	5	—	—	—	1	1
6501—7500	—	—	—	1	1	—	2	—	1	3
7501—8500	—	—	3	5	8	—	—	1	1	2
8501—9500	—	—	2	1	3	1	1	1	1	4
9501—10500	—	—	1	1	2	—	—	1	1	2
10501—11500	—	1	—	—	1	—	—	2	1	3
11501—12500	—	—	—	—	—	—	—	2	1	3
12501—13500	—	—	—	1	1	—	—	—	2	2
13501—14500	—	—	—	—	—	—	—	1	1	2
14501—15500	—	—	—	1	1	—	1	1	—	2
15501—16500	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
16501—17500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17501—18500	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
18501—19500	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
19501—20500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20501—21500	1	—	—	—	1	—	—	—	—	—
21500—22500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22501—23500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23501—24500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24501—25500	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
25501—26500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
26501—27500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
27501—28500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
28501—29500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29501—30500	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
30501—31500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31501—32500	—	1	—	—	1	—	—	—	—	—
Yht. *Zusammen*	1	3	15	15	34	1	5	11	12	29

Käenkaali-mustikkatyypillä on niin vähän havaintoja luokassa 0.51—0.75, ettei vertailuja voida juuri tehdä. Sensijaan MT:llä on molemmissa viimeisissä tiheysluokissa 15 havaintoa, joiden keskimääräinen puuluku on sikäli omituinen, että tiheimpien ylikasvoksien ohella näyttää olevan enemmän puita kuin luokassa 0.51—0.75. Tämä voi kyllä olla sattuma.



Kuva 33. Alikasvosten puuluvun järjestyminen ylikasvosten tiheyden mukaan. — *Abb. 33. Verteilung der Unterwuchs-Baumanzahl je nach der Dichte des Oberstandes.* Puita ha:lla = *Baumanzahl pro Ha* Ylikasvoksen tiheysaste = *Dichtigkeitsgrad des Unterwuchses.* 1. *OMT, Fichtenunterwuchs,* 4. *arithm. Mittel,* 2. *MT, Fichtenunterwuchs,* 5. *arithm. Mittel,* 3. *VT, Fichtenunterwuchs,* 6. *arithm. Mittel.*

Joka tapauksessa voidaan katsoa lukujen osoittavan, ettei ylikasvoksen tiheyden lisääntyminen tiheysasteen 0.50 yläpuolella ole vähentänyt tutkittujen alikasvoksien puulukua MT:llä. Saman seikan osoittavat luvut VT:llä. Missä määrin kuusialikasvokset voivat pysyä tiheämpänä tiheämpien ylikasvoksien ohella, ei voida varmasti sanoa, mutta mahdotonta sen ei tarvitse olla. (Vrt. s. 166).

Jos alikasvosmetsiköiden järjestymistä tarkastetaan yksityiskohtaisemmin puulukuluokittain intervallien ollessa 1 000 puuta, saadaan taulukko IX.

Taulukosta käy samat seikat selville kuin edellisessä tapauksessa. Koealat näyttävät painuvan tiheimpien ylikasvosten puolelle. Muuten hajaantuvat alikasvokset MT:llä ja VT:llä ilman selvää korrelatiota ylikasvoksen tiheyteen nähden. OMT:llä on niin vähän havainnoita, ettei niistä ole katsottu olevan syytä laatia vastaavaa taulukkoa.

Tutkittujen alikasvosten puuluvun järjestymisestä ylikasvoksen tiheyden mukaan esitettäköön vielä kuva 33. Siinä on kukin koeala sijoitettu »täsmällisen» ylikasvostiheyden kohdalle. Alikasvosten puuluku näkyy myöskin tarkemmin kuin edellisissä tapauksissa.

Pääasia, jonka tämä piirros osoittaa, on sama kuin edellisissä tapauksissa, joissa näkyy alikasvosten puuluku keskimääränä ja puulukuluokkina ylikasvoksien tiheysluokissa. Alikasvosten puuluku ja ylikasvosten tiheys eivät osoita selvempää korrelatiota kuin edellisissäkään tapauksissa.

SYYT PUULUVUN EPÄSÄÄNNÖLLISYYTEEN.

Arvosteltaessa alikasvosten puuluvun epäsäännöllisyyttä ikään nähden, on otettava huomioon, että tutkitut metsiköt käsittävät verraten harvoja ikäluokkia. OMT:llä vaihtelee alikasvosten ikä 44—68, MT:llä 45—94 ja VT:llä 81—106 vuoteen. Tämän lisäksi ovat OMT:llä ja MT:llä enimmät havainnot näiden raja-arvojen korkeammalla puolella, VT:llä sitävastoin ainoastaan yksi koeala on 106 vuoden ikäinen. Voidaan sen vuoksi väittää hyvällä syyllä, etteivät näin pienet ikäerot aiheuta sanottavia muutoksia alikasvosten puuluvussa.[1] Pieniä ikäeroja onkin epäilemättä

[1] On selvää, ellei pidetä normina niinkuin tässä tutkimuksessa on tehty, 1.3 m:n tai sitä suurempien puiden muodostamia täystiheitä alikasvoksia, että tämän kokoisien puiden määrä saadaan kuinka pieneksi tahansa ottamalla tutkittavaksi nuoria alikasvoksia. Jos ikä on tarpeeksi alhainen, ei metsikössä ole yhtään 1.3 m korkuista puuta.

pidettävä yhtenä syynä tulosten »negatiivisuuteen». Mutta toiselta puolen ovat ikäerot eri koealametsiköiden välillä niin suuret, että niiden vuoksi pitäisi näkyä eroa puiden luvussa normaalimetsiköiden tapaan, ellei olisi joitakin erikoisia syitä puuluvun epäsäännöllisyyteen. Sellainen syy on epäilemättä näiden kasvoksien erittäin huono harvenemiskyky (vrt. Cajander, 1917) ja sen kanssa läheisessä yhteydessä oleva n.s. kerrostumiskyky, jota Hauch (1904, 1905 ja 1910) pitää kuusilla heikkona. Jos kasvos on alunperin syntynyt tiheänä, pysyy se sellaisena sangen kauan. Jos taas syntymätiheys on pienenlainen, ei metsikkö myöhemmin voi sanottavammin täydentyä (vrt. s. 136), vaan pysyy suhteellisen harvana. Kun syntymätiheys riippuu sangen monista seikoista, siemenvuosista, emämetsän laadusta, emämetsän etäisyydestä j.n.e., muodostuu se erilaiseksi eri tapauksissa.

Aaltosen (1925 b) mukaan riippuu yleensä kuusimetsien suurempi tiheys mäntyyn ja koivuun verraten myöskin siitä, että kuusi tarvitsee vähemmän tilaa kuin nämä. Mitä nimenomaan kuusialikasvosten suureen tiheyteen tulee, lienee osaltaan vaikuttamassa tämäkin syy, mutta ennen kaikkea on huonoon harvenemiskykyyn (tiheänä pysymiseen) pidettävä syynä alikasvosten huonoa kasvua. Sen huonona pysymiseen on taas useita syitä. Taistelu valosta ja ravinnosta itse alikasvospuiden kesken ja lisäksi ylikasvoksen kanssa ei voi jäädä näkymättä alikasvosten kasvussa. Lisäksi maaperä on useinkin laihaa. Kuusialikasvokset ovat myöskin, kuten aikaisemmin on käynyt selville, pääasiassa korpikuusten jälkeläisiä ensimmäisessä polvessa. Korvista taas ovat yleisimpiä kehnokasvuiset (vrt. s. 25), joilla kuuset kasvavat hitaasti. Näinollen ei ole mahdotonta, että perinnöllisyydelläkin on osansa kuusialikasvosten hitaassa kasvussa. Myöskin metsikön omaa tiheyttä voidaan pitää siihen syynä. Kun samalla alalla on paljon puita varsinkin laihoilla kasvupaikoilla, ei puiden keskinäinen taistelu ratkea helposti, jonka vuoksi koko metsikkö jää kituvaksi. (Vrt. Heikinheimo, 1915, s. 215 ja Cajander, 1917, s. 180). Täten olisi siis tiheys syynä huonoon kasvuun eikä päinvastoin. Mikä seikka kulloinkin on ollut suurimpana tekijänä on mahdotonta sanoa, sillä metsiköiden tiheys riippuu niin monesta seikasta, että joskus voi syyn ja seurausten erottaminen olla vaikeata, kuten m.m. Lassila (1920) huomauttaa.

Väärin olisi kuitenkin sanoa, ettei kuusialikasvoksissa tapahtuisi lainkaan luontaista harvenemista. Jokaisessa lähemmin tutkitussa alikasvok-

sessa on ollut nuorempana enemmän puita kuin nykyisin. Mitä enemmän puita alkujaan on ollut sitä enemmän niitä on kuollut (vrt. kuv. 24 a). Useissa tapauksissa on puuluku alkuaan ollut suunnattoman suuri, niinkuin voi olla minkä puulajin muodostamassa taimistossa tahansa. (Vrt. Morosow, 1928). Puuluvulla sellaisenaan ei kuitenkaan ole suurtakaan merkitystä erilaisia metsiköitä verrattaessa, ellei samalla tiedetä kasvoksen ikää. Heikinheimo (1915) on eräällä kaskialalla Heinävedellä tavannut 350—409 8-vuotista männyn tainta aarin alalla. Hänen mukaan voi lehtipuun taimia olla vieläkin enemmän. Eräällä puhtaalla puolukkatyypin kankaalla Suojärvellä luki Heikinheimo yli 200:kin 29-vuotista, 1.2 m korkeaa kuusta aarin alalta ja Ilvessalo, Y. on eräissä koivuvesakoissa tavannut n. 20 000 puuta ha:lla. Schiffel (1910) on eräissä kuusikoissa laskenut niinikään 20 000 puuta ha:lla.

Kuinka suuria puulukuja alikasvoksissa on alkujaan ollut, siitä ei saada selvää käsitystä, koska tutkitut metsiköt ovat olleet verrattain vanhoja. Koealoilta luettiin, kuten aikaisemmin on mainittu, kaikki elävät ja vielä näkyvät kuolleet puut. Tästä luvusta saadaan jonkinlainen käsitys puiden määrästä jonkunverran ajassa taaksepäin. Mihin aikaan näin saatu puuluku on ollut, ei tietenkään voida varmaan sanoa, mutta huomautettakoon, että alikasvospuut näyttävät säilyvän lahoamatta kymmeniä vuosia. Kaikilta koealoilta ei ole syytä esittää tämänlaatuisia tuloksia, mutta taulukossa X olevat luvut olkoot näytteenä.

Taulukon suhteen on huomautettava, ettei se suinkaan pyri esittämään keskimääräisiä suhteita tutkimusalueelta, vaan pikemminkin äärimmäisiä tapauksia. Se osoittaa, että eräissä tapauksissa voi »pienten» puiden luku olla hyvin suuri ja että kuivuneita, kuolleita puitakin voi olla erittäin runsaasti. Ei ole ollenkaan varmaa, että jo kuolleet puut olisivat kaikki joutuneet pois tasaikäisestä metsiköstä luontaisen harvenemisen kautta. Osa on varmasti kuollut lumenmurtamana, jota kuolemista ei ole laskettava ahtaammassa merkityksessä varsinaiseen harvenemiseen. Lukuisat koealoilla tavatut kuolleet puut ovat saattaneet tulla alalle vasta myöhemmin. Ahtaissa oloissa ne eivät ole voineet kehittyä, vaan niiden on täytynyt kuolla. Lukuisten kuivien puiden pienuus on siitä todistuksena. Sama on laita monen vielä elävän pienen puun. Niistäkin voi osa olla vasta myöhemmin tulleita. Toistaiseksi ne ovat vielä hengissä mutta ennenpitkää niidenkin on kuoltava, sillä nämä alikasvoksetkaan eivät voi olla kuinka tiheitä tahansa. Jos näin on tapahtunut, eivät taulukon luvut kuvaa sanottavasti alalla samanaikaisesti olleiden puiden lukua. Toiselta puolen on kuitenkin huomautettava, että koska kuolleita ja pieniä puita

TAULUKKO X. — *TAFEL X.*

Koeala, alikasvoksen ikä ja metsätyyppi *Probefläche, Alter des Unterwuchses, Waldtypus*	Varsinaisia alikasvospuita *Eigentliche Unterwuchsbäume*	Pienempiä puita kuin 1.3 m *Kleinere Unterwuchsbäume als 1.3 m*	Kuivia alikasvospuita[1] *Trockene Unterwuchsbäume*	Lumenmurtamia alikasvospuita[1] - *Schneegeschädigte Unterwuchsbäume*	Yhteensä *Zusammen*
	hehtaarilla — *pro Hektar*				
14. (92 v./J.) MT	29 880	7 180	20 440	2 240	59 740
18. (45 v./J.) »	32 160	7 580	20 280	4 040	64 060
64. (48 v./J.) »	20 840	13 880	2 820	460	38 000
5. (82 v./J.) VT	25 080	18 040	19 600	1 870	64 590
41. (90 v./J.) »	17 860	23 360	6 260	120	47 600

on eniten juuri kaikkein tiheimmissä alikasvoksissa, täytyy otaksua niiden suureksi tai kenties suurimmaksi osaksi syntyneen suunnilleen samanaikaisesti varsinaisen alikasvoksen kanssa. Jos varmuuden vuoksi kuivat puut jätetään huomioonottamatta, on nykyisissä alikasvoksissa äärimmäisissä tapauksissa yli 4:kin elävää puuta neliömetrillä suhteellisen korkealla iällä.

Alikasvosten puuluvun vähenemistä jatkuu luonnollisesti edelleenkin ja sitä nopeammin mitä parempi kasvupaikka on. Kuvaavia ovat keskimääräiset puuluvut jo nyt. Ne suurenevat kasvupaikan huonotessa, kuten aikaisemminkin jo on huomautettu. Ei ole mitään syytä otaksua synty-

[1] »Kuiviksi» on laskettu sekä kaikki maassa vielä selvästi näkyvät että pystyssä olevat kuivat puut, lumen murtamiksi sellaiset puut, jotka olivat lumen kaatamia tai pahasti katkomia. Suurin osa näistä oli kuivuneita, mutta jotkut vielä eläviä joko maassa tai pystyssä. Elävinä kaatuneet, mutta myöhemmin kuolleet puut voidaan yleensä helposti eroittaa kuivana kaatuneista. Edelliset näet jatkavat kasvuaan vielä kaatumisen jälkeenkin, mistä on seurauksena latvahuipun taipuminen ylöspäin. Vaikka puu myöhemmin kuolisikin jää taipunut latvus osoittamaan elävänä kaatuneisuutta. Kun muut seikat kuin lumi ei sanottavasti sortane alikasvospuita, on sellaiset viety lumenmurtamiin. Ellei puu kaatumisen jälkeen ole jäänyt joiksikin vuosiksi lumen murtamana elämään, vaan välittömästi kuivunut, on se tullut luetuksi »kuiviin», vaikka tosiasiassa olisi pitänyt viedä lumenmurtamien ryhmään. Tällaisessa tapauksessa on mahdotonta sanoa, mikä puu on lumenmurtamana kuollut, mikä varsinaisen luontaisen harvenemisen johdosta kuivunut.

mäpuulukua pienemmäksi esim. OMT:llä kuin VT:llä. Kun kuitenkin siinä on oleellinen ero myöhemmällä iällä, täytyy syynä pitää erilaisesta kasvusta johtuvaa erilaista harvenemista. Harvenemista jatkuu luonnollisesti yhä edelleen. Mitä vanhemmaksi metsiköt tulevat, sitä pienemmiksi tulevat erot puuluvuissa. Nykyisin ei tasaantuminen ole vielä kovin suuri, vaan syntymätiheyden vaikutus on yhä edelleen näkyvissä. Tässäkin suhteessa näyttävät alikasvokset poikkeavan normaalimetsiköistä. Esim. Gehrhardtin (1924, s. 345) tutkimissa metsiköissä oli jo 65—70 vuoden iällä erilainen syntymätiheys tasaantunut jokseenkin olemattomiin.

Mitä l u m e n merkitykseen tulee alikasvoksia harventavana tekijänä, on se otettava huomioon. Lumenmurtojen määrä riippuu paljon yli- ja alikasvoksen omasta laadusta. Jos ylikasvoksena on mäntyä, näyttää lumi turmelevan vähemmän kuusia kuin koivuylikasvoksissa. Suurin määrä lumenmurtamia alikasvospuita tavattiinkin koivikoissa (vrt. m.m. koealaa 18 taulukossa X). Kaikista pahimpia lumenmurrokoita ei kuitenkaan ole otettu koealametsiköiksi. Joissakin tiheissä koivikoissa näyttivät useimmat alikasvoskuuset olevan lumen vahingoittamia. (Vrt. Cajander, 1917). Usein kaatuvat puut juurineen maahan ja jatkavat moniaita vuosia kasvuaan. Yleisempää kuitenkin on, etteivät puut kaadu, vaan ne taittuvat. Joku oksista kääntyy uudeksi latvaksi ja tästä on seurauksena kuusilla muuallakin yleisenä tavattava pajonetin muotoisesti taipunut rungon latvaosa. Jos lumivahinkoja sattuu samassa puussa jatkuvasti, ei latvus pääse ollenkaan kasvamaan ylöspäin vaan levenee sivuille. Usein ovat tämänlaiset latvustaittumat, omituista kyllä, melkein samalla korkeudella koko metsikössä.

Y l i k a s v o k s e n vaikutuksesta alikasvoksen puulukuun on jo huomautettu, että ylikasvos hidastuttaa alikasvoksen kasvua ja siten vaikeuttaa kuusten välisen taistelun ratkeamista. Tältä kannalta voidaan otaksua alikasvoksien pysyvän kauemmin tiheänä tiheän ylikasvoksen kuin harvan alla. Itse asiassa viittaavat tutkimukset tähän suuntaan. Taulukossa VIII ovat alikasvokset keskimäärin ainakin MT:llä ja VT:llä jonkunverran runsaspuisempia tiheimpien ($0._{76}$—$1._{00}$ luokassa) kuin vähän harvempien ($0._{51}$—$0._{75}$ luokassa) ylikasvosten ohella. Samanlaista tendenssiä havaitaan MT:llä myöskin taulukossa IX. Vieläkin alhaisemmissa tiheysluokissa on, kuten jo on mainittu, niin vähän havaintoja, ettei niiden perusteella voida tehdä johtopäätöksiä.

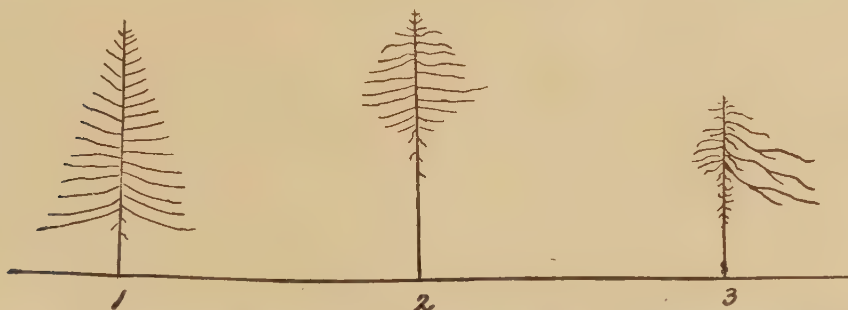
Ennenkun ylikasvosten tiheyden voidaan katsoa vaikuttavan alikasvosten puulukuun, täytyy tietenkin olettaa ylikasvosten olleen kauan aikaa tiheinä. Nykyiset tiheät ylikasvokset ovat ennenkin olleet tiheitä. Sitä ei

sensijaan voida ehdottomasti sanoa nykyisistä harvemmista ylikasvoksista. Vanhoja, maatuneita tai maatuvia kantoja tavattiin kyllä koealoilla, mutta paitsi sitä, että näiden puiden metsiköstä poistumisesta on kulunut pitkä aika, ei niiden lukumäärä ole ollut kovin suuri. Tutkitut ylikasvokset ovat näinollen olleet luonnontilassa monta kymmentä vuotta, joten yli- ja alikasvoksen keskinäinen suhde on saanut muodostua pitkän aikaa häiriintymättä.

PUIDEN LAATU.

LATVUSMUODOT.

Tutkimusalueen alikasvoskuuset eivät kaikkialla ole ulkonäöltään ja ennenkaikkea latvuksen muotoon nähden samanlaisia. Kun latvuksen muodolla saattaa olla useassa suhteessa merkitystä alikasvosten laatua



Kuva 34. Kaavakuva alikasvospuiden latvusmuodoista. 1. Kartiomainen, 2. tupsumainen, 3. huiskilomainen. — *Abb. 34. Schematisches Bild der Kronenformen der Unterwuchsbäume. 1. Konisch, 2. Büschelförmig, 3. Schirmförmig.*

(kasvua) arvosteltaessa, on tässä yhteydessä katsottu olevan syytä selvittää lähemmin minkälaisia latvusmuotoja alikasvoksissa tavataan. Kaikkia eri vivahduksia ei ole syytä eritellä eikä se ole tarpeellistakaan, koska ryhmittely laatuluokkiin antaa riittävän selvän kuvan latvusten muodoista. — Tässä tutkimuksessa eroitetaan kolme latvusmuotoa: 1. kartiomainen, 2. tupsumainen ja 3. huiskilomainen. Kuva 34.

Kartiomainen latvus muodostuu siten, että oksat, jotka pysyvät elävinä rungon alaosaan saakka, lyhenevät säännöllisesti puun latvaan päin. Tässä tyypissä ovat ainakin yläoksat ylöspäin siirrottavia. Koko latvus on tavallisesti symmetrinen ja tuuhea. Kuolleita oksia on yleensä vähän.

Latvusmuoto vastaa lähinnä nuorten kuusten latvusta yleensä Etelä-Suomessa ja voidaan sitä senvuoksi kutsua myöskin normaaliseksi.

Tupsumaisena pidetään pientä, suhteellisen korkealla olevaa latvusta. Tässä muodossa ovat oksat tavallisesti hentoja ja varsinkin alimmat riippuvat alaspäin, mutta harvinaista ei ole latvuksen keskioksienkin pysyttteleminen tässä asennossa tai ainakin vaakasuorassa. Yleisimmin esiintyy muoto melkein symmetrisenä, mutta olosuhteista riippuen se voi olla enemmän tai vähemmän toispuoleinenkin.

Kolmas tyyppi, huiskilomainen latvus, on ikäänkuin muunnos edellisestä siten, että latvus on pituussuunnassaan vetäytynyt kokoon. Tämän kautta katoaa sen terävyys. Oksat näyttävät latvuksen muihin mittoihin verraten suhteellisen pitkiltä. Jotkut niistä ovat usein huomattavasti paksuntuneet ja pidentyneet vain yhdelle puolelle, mistä syystä latvus saa epäsymmetrisen muodon. Alaosa rungosta on oksatonta, mutta elävän latvuksen alapuolella on tavallisesti hyvin runsaasti kuolleita, 5—10 sm:n pituisia oksantynkiä, joiden päät ovat kuivuessaan käpristyneet koukkuun.

Eri latvusmuotojen välillä ei kuitenkaan ole mitään jyrkkiä rajoja. Kartiomainen latvus muuttuu vähitellen tupsumaiseksi tai päinvastoin tupsumainen saattaa lähetä kartiomaista. Usein voidaan tupsumaista latvusta pitää yhtä hyvin kartiomaisena, vaikka se on rungon yläosassa. Tavallinen kartiomainen muoto on kuitenkin miltei aina tuuheampi kuin tupsumainen, joka tyypillisenä vaikuttaa harvalta. Molemmat rajamuodot, huiskilomainen ja kartiomainen ovat selvemmin toisistaan erillään. Sitävastoin, niinkuin jo mainittiin, tupsumainen ja huiskilomainen saattavat lähetä toisiaan. Jos huiskilomainen pitenee ja tupsumainen lyhenee, joudutaan rajalle, jossa erottaminen saattaa olla hyvinkin subjektiivista.

Eri latvusmuodot alikasvoksissa eivät näytä olevan mitään konstantteja ominaisuuksia, vaan on niiden muodostuminen riippuvainen kulloinkin vallitsevista olosuhteista. Varsinkin valaistussuhteilla on ensiarvoinen merkitys. Jos puu joutuu kokonaan toisten alikasvospuiden varjoon, ei latvuksen kehittyminen voi tapahtua säännöllisesti. Pituuskasvu pysyy heikkona, alimmat oksat kuolevat vähitellen ja latvus muodostuu lyhyeksi. Samalla kuitenkin pyrkivät sivuoksat kasvamaan pituutta, saadakseen, kuten Cajander (1914) huomauttaa, paremmin käytetyksi saatavilla olevan valomäärän. (Kuva 35). Oksien pituuden lisääntyessä täytyy niiden paksuuden myös suureta. Tavallisesti ei latvus leviä säännöllisesti joka taholle, vaan pääasiassa siihen suuntaan missä valoa on enimmän käytet-



Valok. Martti Ilvonen.

Kuva 35. Huiskilomainen latvus. Alikasvoksen alipuu, ikä 76 v. Sama puu kuin kuvassa 27. Koeala n:o 12. — *Abb. 35. Schirmförmige Krone. Unterstamm des Unterwuchses. Alter 76 J. Derselbe Baum wie in Abb. 27. Probefläche Nr. 12.*



Valok. Martti Ilvonen.

Kuva 36. Huiskilomainen latvus. Alikasvoksen alipuu, ikä 74 v. Sama puú kuin kuvassa 28. Koeala n:o 12. — *Abb. 36. Schirmförmige Krone. Unterstamm des Unterwuchses, Alter 74 J. Derselbe Baum wie in Abb. 28. Probefläche Nr. 12.*



Valok. Martti Ilvonen.

Kuva 37. Juuristonäyte koealalta n:o 11. VT. Valkoiset pisteet esittävät alikasvoskuusten kantoja. — *Abb. 37. Wurzelstock aus Probefläche Nr. 11.* VI. *Die weissen Punkte bezeichnen Unterwuchsstümpfe.*

tävissä. Näin saa latvus epäsymmetrisen huiskilomaisen muodon. (Vrt. aikaisemmin kirjallisuuskatsauksessa s. 47 Benkowitsin, s. 48 Obbariuksen, s. 49 Björkmanin, s. 54 Lovénin ja s. 55 Morosowin mainintoja alikasvoskuusten laadusta). Vaikka alikasvosten latvuskatosta onkin pidettävä yhtenä kokonaisuutena, jää sen ala-osaan niin paljon tilaa, että alipuiden oksat voivat laajeta sivuille päin mainitulla tavalla. Sen vuoksi huiskilomainen latvus on tunnusmerkillinen alipuille tiheissä alikasvoksissa, joissa nämä puut joutuvat voimakkaimpaan varjoon. Kun tiheimmät alikasvokset ovat yleensä MT:llä ja VT:llä, voidaan myöskin sanoa huiskilomaisten latvusten olevan ominaisia etupäässä näillä metsätyypeillä tavattavilla alikasvosten alipuilla.

Suurempi ahtaus syntyy tiheissä alikasvoksissa väli- ja valtapuiden latvusten välillä. Kun sivuille päin ei ole laajenemismahdollisuuksia, joutuvat latvukset painautumaan tiiviisti toisiaan vastaan. Ne pysyvät kapeina joka suuntaan ja samalla enemmän tai vähemmän symmetrisinä. Alemmat oksat tällöinkin kuolevat, jonka vuoksi runko saattaa olla suhteellisen hyvin ja korkealle puhdistunut. Itse latvus pysyy pienenä, hento-oksaisena »tupsuna». Latvusmuodon syntyminen edellyttää, kuten mainittu, melko tiheää metsikköä. Tämän vuoksi tupsumainen latvus on yleisin MT:n ja VT:n alikasvoksissa väli- ja valtapuilla. Tavallisesti muoto esiintyy vanhoissa, 80—90-vuotisissa alikasvoksissa. Puut ovat tähän ikään jouduttuaan saavuttaneet melkoisen pituuden. Kun koko latvuskatos on olosuhteisiin verraten korkealla, saa koko metsikkö eräänlaisen kauniin, »seiväsmetsän» ulkonäön. Nuoremmissa, mutta joskus myös vanhemmissa alikasvoksissa latvuskerros on matalammalla ja silloin saattaa syntyä miltei läpipääsemätön oikea »rigeikkö». Kuva 8.

Harvemmissa alikasvoksissa puilla on enemmän kasvutilaa. Vaikka latvukset koskettaisivat toisiaan, ne eivät kuitenkaan painaudu toisiaan vastaan samassa mielessä kuin edellisessä tapauksessa. Toiselta puolen on kuitenkin kasvutila niin käytetty, etteivät oksat pääse kovin suuressa määrässä kasvamaan pituutta. Puiden pituuskasvu on tavallisesti kohtalaisen hyvä, jonka vuoksi latvus pysyy terävänä. Alemmat oksat eivät ehdi kuolla, mistä syystä latvus on samalla suhteellisen pitkä. Näin muodostuu kartiomainen latvusmuoto. Se on yleisin OMT:n alikasvoksilla ja tavallisesti kaikilla (valta-, väli- ja ali-) puilla, mutta harvinainen se ei ole myöskään harvemmissa

MT:n alikasvoksissa. Tavallisesti tämänlaatuinen latvusmuoto tutkituissa alikasvoksissa tiesi suhteellisen alhaista ikää, n. 40—60 v. Yleensä voidaan sanoa, että *mitä nuorempia alikasvokset ovat, sitä enemmän tavataan kartiomaisia latvuksia.*

Tavallisesti on joku latvusmuoto alikasvospuilla niin yleinen, että se antaa koko alikasvokselle määrätyn leiman. Huiskilomainen muoto on kuitenkin metsikkökuvan muodostajana harvinaisempi kuin muut, vaikka yksityisiä puita, joilla on tämänmuotoinen latvus, saattaa lähemmin tarkastellen olla runsaastikin. Kun latvusmuoto liittyy pieniin alipuihin, painavat suuremmat väli- ja valtapuut enemmän metsikkökuvassa. *Jos koko alikasvoksen latvuskuva lähentelee kartiomaisista latvuksista muodostunutta latvuskatosta, voidaan alikasvosta kokonaisuudessaan pitää suhteellisen hyväkasvuisena. Jos taas tupsumaiset latvukset antavat leimansa, on kasvu heikompaa.* Usein tupsulatvuksiset alikasvokset kasvavat kuitenkin kohtalaisen hyvin riippuen kasvu suuressa määrässä kasvupaikasta, metsätyypistä. *Milloin huiskilomaisia latvuksia on leimansa antavassa määrässä, voidaan koko alikasvoksen kasvua pitää heikkona.*

PUUAINE, LAHOVIKAISUUS.

Ikätutkimusten yhteydessä on jo osittain tullut mainituksi, että alikasvospuut yleensä ovat rakenteeltaan tiheälustoisia, mutta poikkeavat puut huomattavasti toisistaan riippuen siitä minkälaisissa olosuhteissa ne ovat kasvaneet. Samalla huomautettiin usein tavattavasta poikkileikkauksen eksentrisyydestä. — Tutkimukset ovat osoittaneet, että eksentrisyyskin vaihtelee eri osissa puuta. *Suurimmillaan se näyttää olevan varren tyviosassa. Latvaan käsin mentäessä se vähenee ja saattaa rungon yläosassa kokonaan kadota.* Kuva 28 esittää tyvikiekkoa eräästä koepuusta koealalta 12. Siinä käy erittäin selvästi ilmi varren tyviosassa tavattava epäkeskisyys. Samalla siitä näkyy alikasvoksille yleinen tiheälustoisuus puun nuorella iällä. (Kts. myös kuva 27.) Tästä säännöstä on kyllä poikkeuksiakin. Kuvissa 30 ja 31 on lustorakenne suunnilleen samanlaista nuorena kuin vanhempanakin, mikä osoittaa, että puut ovat olleet suuren osan kasvuajastaan samanlaisissa olosuhteissa, tässä tapauksessa alikasvosten alipuina.

Hitaimmin kasvaneissa alikasvoskuusissa on lustomuodostus varsinkin varren tyviosassa muussakin suhteessa epäsäännöllinen. Eräillä kohdilla on joku lusto huomattavasti leveämpi kuin muut samassa leikkauksessa näkyvät. (Kts. kuv. 30 ja 31). Paitsi kuunsirpin tapaisen muotonsa puolesta, eroavat tämänlaatuiset kohdat myöskin ruskeamman värinsä vuoksi ympäröivästä puuaineesta. Aikaisemmin (s. 50) on mainittu Cnattingiuksen havainnot samantapaisista muodostumista hänen tutkimissaan kuusissa. Aluksi hän lienee pitänyt niitä lahon alkuna, mutta Örtenbladin suorittamien mikroskooppisten tutkimusten mukaan ruskeammat kohdat eivät osoittautuneet olevan lahoja, vaan päinvastoin vahvaa puuainetta, lylyä. Myöskin tässä tutkimuksessa tehtyjen havaintojen mukaan on mainitunlaisia muodostumia pidettävä lähinnä lylymuodostuksina. Missään tapauksessa ne eivät ole lahon alkua. — On tunnettua, että lylyä syntyy varsinkin rungon alapuolella sellaisissa tapauksissa, joissa puu on joutunut kaltevaan asentoon. Hartigin, R. mukaan (1896) sitä syntyy yleensä silloin kun: »in der Richtung der Längaxe der Organe ein aussergewöhnlicher Druck zu überwinden ist». Niinpä esim. tuulet voivat olla siihen syynä. Lylyä muodostuu vallitsevien tuulten päinvastaiselle puolelle. Jos tuulet käyvät lännestä, saa puu itäpuolelleen lylyä. Lylyä on näinollen pidettävä vahvistuskudoksena. (Vrt. myös Cieslar, 1896). — Kuusialikasvospuiden lylyn muodostumiseen ei tarvitse olla syynä puun taipumisen. Kuvien 30 ja 31 osoittamissa tapauksissa ei ainakaan nykyisin ollut rungon taipumista havaittavissa, ja esim. kuvassa 30 on leveitä lustoja eri puolilla puuta. Tuuli ei myöskään voine olla syynä, koska näissä tiheiköissä eivät puut joudu tuulen vuoksi taipumaan. Pikemminkin on muodostumien syynä pidettävä jonkunlaista ärtyneisyyttä. Kun leveitä lustoja useimmiten tavataan kaikkein hitaimmin kasvaneissa puissa, näyttää niinkuin puut taistellessaan elämästä ja kuolemasta ärtyisivät kasvattamaan m.m. tämänlaatuisia epämuodostumia.

Kuusella yleisesti tavattavaa tyvilahoa on kirjallisuudessa paljon käsitelty. Niinpä, mainitaksemme eräitä esimerkkejä, huomauttaa Obbarius (vrt. s. 48) kasvupaikalla ja siitä johtuvalla erilaisella puiden kasvulla olevan merkitystä tyvilahon syntymiseen. Tuoreella tai matalapohjaisella maalla on hänen mielestään laho yleistä. Samoin sitä esiintyy laihalla maalla kasvavilla puilla. Heikinheimo (1920 a) mukaan on kuusen tyvilaho yleistä m.m. Puolangalla ja Hyrynsalmella olletikin korpimailla ja soistuvilla kankailla. (Vrt. myös Heikinheimon 1920 c). Pohjois-Suomen lumituhoalueilla on lahovikaisuus niinikään yleistä ja syynä siihen on kuusten heikko kasvu. Toiselta puolen on painostettu reheväkasvuisten

kuusten saavan helposti tyvilahoa. Kalkkipitoisella maalla on Cajanderin (1917) mukaan maannousema pahimmillaan. Tämä voinee johtua siitä, että kuusi sellaisella kasvupaikalla muodostaa leveitä, hohkaisia, laholle alttiita vuosilustoja tai siitäkin, että kalkki edistää lahosienen toimeentuloa. Wagner (1907) pitää myös puuaineen laatua tärkeänä tyvilahon esiintymisessä. Nopeakasvuiset kuusikulttuurit saavat sydänpuukseen pehmeää puuta ja alkavat sen vuoksi usein tyvestään lahota, kun sitävastoin aluksi hidaskasvuiset luonnonnuorennokset eivät ole vaaralle yhtä alttiita. — Nimenomaan alikasvoskuusten taipumuksesta saada tyvilaho, on esitetty eriäviä mielipiteitä. Björkman (vrt. s. 49) mainitsee Ruotsin metsissä esiintyvän yleisen lahovikaisuuden johtuvan puiden aikaisemmasta kitumisesta alikasvoksena. Stiernspetzin (vrt. s. 53) mielestä »marbuske»-puissa on jo alku sydänlahoon vaikka puut näyttäisivätkin vihreiltä ja terveiltä. Tätä ei kuitenkaan usko Cnattingius (vrt. s. 50). Hänen tutkimuksensa päinvastoin osoittivat »marbuske»-puiden olevan yleensä terveitä samoin kuin niistä varttuneet suuremmatkin puut. Blomqvist (vrt. s. 57) ei myöskään näytä olevan taipuvainen uskomaan alikasvoskuusten erikoiseen lahovikaisuuteen.

Kysymys tyvilahon esiintymisestä tai puuttumisesta Raja-Karjalan kuusialikasvoksissa on erittäin tärkeä näiden metsien tulevaisuuden kannalta. Vaikka joissakin tapauksissa alikasvoksia aiottaisiinkin säästää tulevaisuuden varalle, ei se luonnollisesti käy päinsä, jos puut ovat tyveltään lahoja. Kysymyksen tärkeyden vuoksi kiinnitettiin tutkimuksissa tähänkin seikkaan huomiota. Paitsi useita satoja koepuita jouduttiin näkemään alikasvoskuusien tyvileikkauksia suuret määrät raivatuilla hakkuualoilla. *Näiden havaintojen perusteella on sanottava, ettei alikasvoskuusia sanottavasti vaivaa tyvilaho.* Päinvastoin ne näyttävät olevan puuaineeltaan yleensä terveitä. Esim. ikämääräyksiä tehtäessä ei valittua koepuuta tarvinnut juuri koskaan hyljätä lahon takia. Tähän voi ehkä vaikuttaa koepuiden valinta niiksi kun pyrittiin ottamaan säännöllisiä ja jo ulkonäöltään terveitä puita. Mutta sama oli asianlaita hakkuualoilla. Niilläkin olivat tyvestään lahot alikasvoskuuset suhteellisen harvinaisia. Miltei yleisempiä ovat lahot ylempänä rungolla. Lumi murtaa latvuksia ja taittaa oksia. Näin syntyneestä haavasta pääsevät lahoa aiheuttavat sienet helposti puuhun. Puuaine on ylempänä rungolla löyhempää kuin tyvessä, jossa varsinkin sisimmät vuosilustot saattavat olla, kuten esim. kuvista 27—29 nähdään, tiheässä. *Suurimpana syynä puiden terveyteen onkin pidettävä sitä, että puuaine*

on vuosilustojen tiheyden takia kovaa. Jos alikasvospuu kuolee ja kuivuu, muuttuu puuaine melkein luun väriseksi ja miltei luun kovuiseksi. Se ei tämän vuoksi mätäne helposti maassakaan (vrt. s. 164).

JUURISTOTUTKIMUKSIA.

Vaikkakin esilläolevassa tutkimuksessa alikasvosten juuriston tutkiminen ei kuulunut varsinaiseen tutkimusohjelmaan, on syytä esittää ne tulokset, jotka juuristosta on saatu etupäässä muiden tutkimusten yhteydessä.

Kuusen juuristoa on kirjallisuudessa käsitelty hyvin paljon. Niin eri suuntiin kuin mielipiteet käyvätkin, voidaan kuitenkin yhdessä suhteessa pitää käsityksiä vakiintuneena, nimittäin siinä, että kuusi varsinkin mäntyyn verraten on matalajuurinen puulaji. M.m. Blomqvist (1891) painostaa tätä seikkaa. Hänen mukaan suurin osa kuusen juuristosta hajaantuu aivan lähellä maanpintaa tai pienessä syvyydessä. Joskus voivat juuret olla vallan näkyvillä, joskin osa niistä tunkeutuu syvempiin maakerroksiin. Horisontaalinen leveneminen on suuressa määrin riippuvainen puun asemasta. Tiheässä metsässä ei juuristo ulotu paljon laajemmalle alalle kuin latvuksen projektio. Cajanderin (1917) mukaan ei kuusen juuristo mene syvälle. Pääjuurta ei ole kuin parina kolmena ensivuotena, ja sivujuuret kasvavat ennenpitkää pääjuuren ohi. Juuriston laajuus on suurempi laihalla kuin lihavalla maalla. »Kuusen juuristomuoto viittaa ilmeisesti siihen suuntaan, että sen juuret vaativat hyvää ilmanvaihtoa. Jos juuria ympäröivässä maassa on huono ilmanvaihto, niin kuusi kituu ja kuolee.» Tähän viittaa myöskin se, että jos kuusi (Cajander, 1916) istutetaan syvään, kuolevat alimmat juuret. Aaltonen (1920) on havainnut, ettei kuusi tee paalujuurta Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä muuta kuin poikkeustapauksissa. Maanpinnan suuntaiset juuret eivät menneet sanottavasti syvemmälle kuin 40—50 sm, joskin niistä lähtevät hienot juuret saattoivat saavuttaa aina 1 m:n syvyyden. Laitakari (1927) saattoi männyn juuristoa koskevien tutkimusten yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella todeta, että ainakin pienten kuusten vaakasuora juuristo kulkee usein aivan lähellä maan pintaa humuksen ja mineraalimaan välillä tai humuskerroksessakin ja että alikasvoskuusten pintajuuristo on matalammassa kuin valtametsän mäntyjen. Mitä juuriston horisontaaliseen levenemiseen tulee, ei Laitakarin aineistossa yhdenkään puun juuristo rajoittunut latvusprojektion alaan.

Ulkomaalaisista kuusen juuristoa koskevista lukuisista tiedoista mainittakoon tässä yhteydessä muutamia. Gayerin (1898) mukaan kuusi on matalajuurinen, ja Wagner (1907) kertoo, miten kuusen juuret kulkevat milloin maapeite on riittävä, melkeinpä sen ja mineraalimaan välissä. Joskus saattaa kekoon istutetut kuuset vielä riukuiällä miltei käsin kaataa juuriston mataluuden vuoksi. Juurten pinnallisuuteen on syynä Wagnerinkin mielestä niiden suuri ilman tarve. Wiedemann (1923) sanoo: »Die Fichte heisst ein Flachwurzler nicht etwa, weil sie überhaupt nicht imstande wäre, auch tiefere Bodenschichten zu durchwurzeln, sondern weil sie weniger Kraft als andere Holzarten besitzt, auch unter ungünstigen Bedingungen in tiefere Schichten einzudringen, und deshalb im allgemeinen nicht so tief wie diese anderen Holzarten in dem gleichen Boden wurzelt.»[1] Erikoisen suuressa määrässä vaatii kuusen juuristo kuohkeata maata ja happirikasta ilmaa sekä hyvää humuksen hajaantumista (Zersetzung). Möyheään, ilmapitoiseen maahan voi juuristo tunkeutua hyvin syvälle. Tiiviiseen maahan se menee vain niihin kerroksiin, joissa epäsuotuisissakin oloissa on sille elämismahdollisuuksia. (Vrt. myös sivulla 35 Burckhardtin, s. 38 Schottin, s. 53 Aminoffin, s. 56 Morosowin mainintoja kuusen juuristosta).

Tutkimukset alikasvoskuusten juuristosta osoittavat, että näillä puilla voidaan eroittaa sekä vaakasuora että pystysuora juuristo (vrt. Laitakari, 1927). Vaakasuoria juuria on kaikilla puilla, pystysuorat sensijaan voivat monessa tapauksessa puuttuakin.

Vaakasuorat juuret antavat alikasvoskuusten juuristolle yleensä leimansa. Niiden varassa puut pääasiassa kiinnittyvät maahan ja niiden kautta tapahtuu suurin osa ravinnon otosta. Vaikkakaan erikoisia tutkimuksia ei tehty juurten massasta, voidaan vaakasuorien juurten katsoa muodostavan pääosan myöskin tässä suhteessa.

Jos tarkastetaan vaakasuorien juurien asemaa maassa, voidaan helposti päästä selvyyteen, että ne yleensä ovat sijoittuneet sangen lähelle maanpintaa. Näkyvillä ne eivät ole edes rungon lähellä, niinkuin usein saattaa havaita suurilla kuusilla, mutta jos maan paljastaa sammaleesta ja kangasturpeesta, nähdään heti turvekerroksen alla ja turpeessakin huomattavan paljon juuria. Usein voi rinnankorkeusläpimitaltaan 8—10-senttisen puun yksinkertaisesti työntää nurin (vrt. edellä Wagnerin mainintoja) ja heilut-

[1] Wiedemannin harventama.

telemalla puuta kohottavat juuret turvetta ja sammalta kaukana puun tyvestä.

Saadakseen paremman käsityksen millä tavalla alikasvoskuusten juuret kulkevat maassa seurattiin juurten kulkua lukuisissa yksityisissä puissa. Eräällä koealalla (n:o 11, VT) suoritettiin perinpohjaisempi kaivaus. Täsmälleen 4:n m^2:n alalta poistettiin sammal- ja turvekerros, jonka jälkeen mineraalimaata kaivettiin niin paljon, että kuusten juuristo paljastui. Kun maata oli poistettu n. 10 sm paksuudelta jäi näkyville sellainen juuriverkosto kuin kuva 37 osoittaa.

Kuva on omiaan antamaan käsityksen vaakasuoran juuriston mataluudesta. Kaikki siinä näkyvät juuret eivät ole olleet edes mineraalimaassa vaan kangasturpeessa ja sammaleessakin. Alikasvoskuusten juuristolla ei näytä olevan sanottavia vaikeuksia kehittyä kankaiden maapeitteessä. Joskus voi havaita juuren valitsevan kasvutiekseen jonkun esteen sattuessa maapeitteen, vaikka tie olisi yhtä hyvin vapaa myöskin mineraalimaassa. Sellaista tapausta esittää kuva 39. Kuusi (A) kasvoi lähellä sammaleen peittämää männynkantoa (B). Kuusen juuri on kasvanut kantoa kohti ja haaraantunut. Toinen haara on mennyt mineraalimaan kautta kannon alitse, mutta toinen ei ole käyttänyt samaa tietä eikä edes ole kasvanut kannon vieritse, vaan on kiivennyt sen yli. Kannon päällä ei ollut yhtään mineraalimaata eikä sanottavasti turvettakaan, ainoastaan sammalta, jonka pohjakerrokset olivat jonkunverran lahonneet. Samantapaisia ilmiöitä on LAITAKARI (1927, s. 214) tavannut männyllä.

Tavallisesti hajaantuvat vaakasuorat juuret jokseenkin säännöllisesti säteettäisesti joka suunnalle (kuva 38). Mitä juuriston muotoon eri metsätyypeillä tulee, eivät tutkimukset siitä anna selvää käsitystä, mutta näyttää niinkuin kasketulla OMT-tyypillä muodostuisi säännöllisempi juuristo kuin muilla tutkituilla metsätyypeillä. Lähellä runkoa ovat juuret tavallisesti suhteellisen paksuja, mutta kapenevat nopeasti kulkien varsinkin VT:llä ja osittain MT:lläkin ohkaisina, tasapaksuina enemmän tai vähemmän haarautuneina nauhoina lähellä maan pintaa kauas itse puusta (kuva 37). Sikäli kuin saatettiin havaita, näytti juuren äärimmäinen latva usein tekevän mutkan syvemmälle saavuttaen aina 30 sm:n syvyyden. Kuinka kauaksi puusta juuret ulottuivat, ei voida varmasti sanoa, mutta joka tapauksessa ne menevät yli latvuksen projektion piirin. Tässä suhteessa havainnot tukevat m.m. LAITAKARIN tutkimuksia. Ehkä kauemmaksi kuin juuristo yleensä, kulkevat joskus tavattavat vaaleat ja pehmeät juuret, jotka muistuttavat laihalla maalla tavattavia männyn pintajuuria. (Vrt. esim. LAITAKARI, 1927,

esim. kuv. 37). Sellaista juurta saattaa vetää maasta irti useita metrejä. Ne poikkeavat muista juurista paitsi ulkonäkönsä myöskin runkoon liittymisensä puolesta. Juuressa ei ole liittymiskohdassaan sanottavaa paksunnosta eikä sen tarvitse liittyä vinosti kuten muut juuret vaan enemmän tai vähemmän suorassa kulmassa. (Kuva 43, juuri a).

Huomattava osa alikasvosten vaakasuorista juurista on myöhäisjuuria, joista jo aikaisemmin on ollut puhe ikämääräysten yhteydessä. Myöhäisjuurien muodostuminen kuusilla yleensä on hyvin tavallista. Kirjallisuusmaininnat niistä ovat lukuisat.[1] Heikinheimon (1920 a) mukaan myöhäisjuuret syntyvät n.s. proventiivimuodostuksista, »jollaisia kuusella ovat oksakehien (vale-) kiehkuraan ja seuraavan vuosiluston tyveen kehittymättä jääneet silmut, n.k. uinuvat silmut». Kun varsi joutuu sammaleeseen heräävät silmut ja muodostavat juuria. Myöhäisjuuria näyttää muodostuvan verrattain vanhoillekin puille, mutta toiselta puolen osoittavat Heikinheimon tutkimukset, »— että ainakin reheväkasvuisille kuusentaimille voi muodostua voimakkaita myöhäisjuuria jo saman kasvukauden kuluessa, jolloin taimen tyvi joutuu tuntuvasti syvemmälle maahan, kuin mitä se ennen on ollut, ja että myöhäisjuuret jo 2—3 vuoden kuluttua voivat muodostaa suhteellisen suuren osan koko juuristosta.»[2] Sen rajan, kuinka korkealle puussa myöhäisjuuria syntyy, huomauttaa Heikinheimo, on otaksuttu olevan 30—50 cm:n päässä alkuperäisestä. Kuitenkin osoittavat tutkimukset, ettei mitään teoreettista maksimirajaa ole, vaan (Heikinheimo, 1920 a) »- - myöhäisjuuria voi syntyä kuusen taimiin ja pienempiin puihin sekä oksiin kuinka kauas rungon tyvestä tahansa».[2]

Tutkimusalueen alikasvoskuusissa myöhäisjuuret eivät ole erikoisen korkealla, kuten aikaisemmin jo on huomautettu. Tähän on syynä se, ettei turve- ja sammalpeite ole kovin paksu. Jos puu nuoruusvuosinaan taipuu, kuten on laita kuvan 43 osoittamassa tapauksessa, saattaa alkuperäisten ja myöhäisjuurten etäisyys olla suurempi, mutta yleensä ei niitä tavata 20 sm:ä korkeammalla mineraalimaasta. (Vrt. esim. kuva 40). Myöhäisjuurien syntyminen ei alikasvoskuusilla näytä olevan vielä pysähdyksissä. Sitä mukaa kun sammalpeite kehittyy ja varren alapää hautaantuu siihen, syntyy uusia juuriakin. Kuvassa 38 ja 42 nähdään pieniä

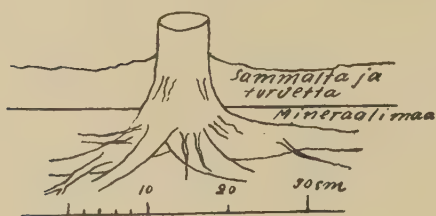
[1] Viitataan m.m. Heikinheimon teoksessa (1920 a) olevaan kirjallisuusluetteloon.
[2] Heikinheimon harventama.

juuria, jotka lienevät kehittymässä olevia myöhäisjuuria. Todennäköiseltä tuntuu, etteivät ne kaikki kykene kehittymään, sillä niitä on liian tiheässä. — Vaakasuorassa juuristossa on myöhäisjuurien osuus usein hyvin suuri ja varsin yleisiä ovat tapaukset, joissa niiden osuus koko juuristossakin on tärkein.

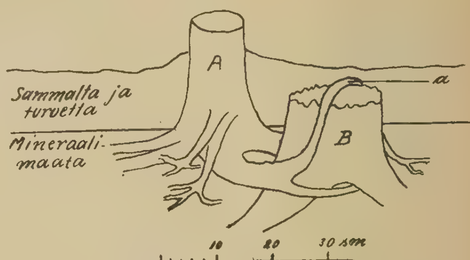
Paitsi vaakasuoria tavataan alikasvoskuusilla usein myös pystysuoria juuria. Harvinaisia eivät ole selvät paalujuurten tapaiset muodostumat Pystyjuuretkaan eivät kuitenkaan mene syvälle, vaan joko päättyvät määrätyssä syvyydessä tai kääntyvät vaakasuoraan suuntaan. M.m. kuvassa 44 nähdään jokseenkin selvä paalujuuri (juuri a). Se on lähteuyt kasvamaan aluksi pystysuoraan, mutta sitte näyttää tulleen ikäänkuin joku este. Juuri on surkastuneen näköinen ja n. 8 sm:n syvyydessä jakaantunut lukuisiin haaroihin. Mitään mekaanista estettä ei tässä tapauksessa havaittu. Samanlaisia tapauksia esittävät kuvat 42 ja 46. Niissäkin on paalujuuri lähtenyt alaspäin, mutta se ei ole mennyt syvälle, vaan on taipunut ja haaraantunut lukuisiksi pienemmiksi juuriksi. Vastaavanlainen ilmiö havaitaan muissakin syvälle pyrkivissä juurissa. Kuvassa 45 nähdään selvästi miten primääriset juuret varren alaosassa suuntautuvat jyrkästi vaakasuoraan.

Alikasvoskuusten ilmeiselle maan pintakerroksissa pysyttelemiselle täytyy olla joku erikoinen syy. Niinkuin edellä on mainittu, ovat monet tutkijat sitä mieltä, että nimenomaan kuusen juuristolle on tärkeätä maassa oleva ilman määrä ja laatu. Juuriston täytyy hakea niitä maakerroksia, joissa on runsaasti happirikasta ilmaa. On syytä lähemmin tarkastella minkälaisilta olosuhteet näyttävät alikasvosten hallussa olevassa maassa. — On jo aikaisemmin tullut sanotuksi, että kuusialikasvosalueilla maata tavallisesti peittää tuuhea sammalpeite ja kangasturve. Varsinkin VT- ja MT-mailla on turvemuodostus hyvin luonteenomaista. Sitävastoin kasketuilla OMT-mailla ei turve ole yhtä hyvin kehittynyt ja puuttuukin usein. Kangasturve, joskaan se ei ole erikoisen paksu on kuitenkin huopamaisen sitkeä. Sen ilmanvaihto on huono ja siinä olevan ilman happipitoisuus on pieni, koska hajaantumisprosessit kuluttavat myöskin happea. (Vrt. m.m. Cajander, 1917, s. 173). Turpeen alla olevassa mineraalimaassakaan ei ilman määrä ja sen happipitoisuus voi olla suuri. Vaikka maapeite ei olisi estämässä ilmanvaihtoa, johtaa kuusialikasvosten hallussa olevien maiden rakenne suhteellisen pieneen, juuristolle käyttökelpoiseen ilmamäärään maassa. Tiivisrakenteiset maat, niinkuin nyt kysymyksessä olevat ovat, tuuleutuvat hitaasti. (Vrt. esim. Ramann, 1911). Tiheän alikasvoksen alla vallitsee lisäksi miltei ainainen

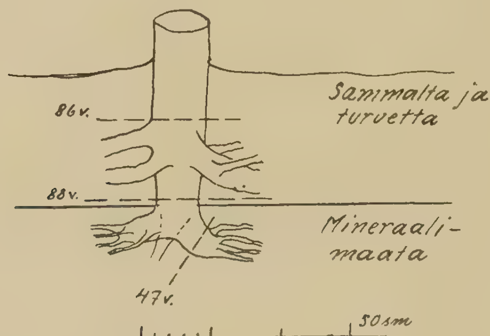
12



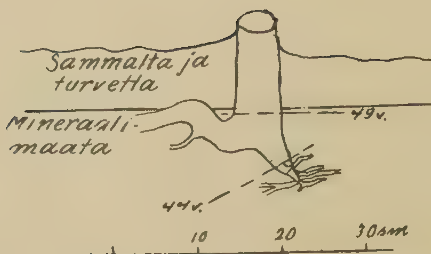
Kuva 38. Juuristonäyte koealalta n:o 10. Säännöllinen juuristo. — *Abb. 38. Wurzelstock aus Probefläche Nr. 10. Normale Wurzelform.*



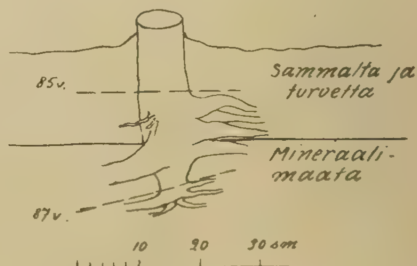
Kuva 39. Juuristonäyte koealalta n:o 12. *A* alikasvoskuusi, *B* lahoava männynkanto. Juuri a on sammalen ja turpeen läpi kasvanut kannon yli. — *Abb. 39. Wurzelstock aus Probefläche Nr. 12. A Unterwuchsfichte, B vermorschender Kiefernstumpf. Die Wurzel a ist durch Moos und Rohhumus über den stumpf hinweggewachsen.*



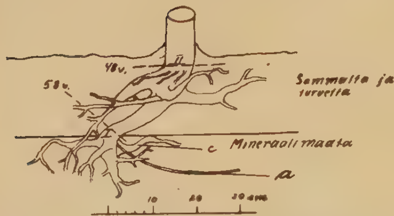
Kuva 40. Juuristonäyte koealalta n:o 22. Selvät myöhäisjuuret: — *Abb. 40. Wurzelstock aus Probefläche Nr. 22. Deutliche Adventivwurzeln.*



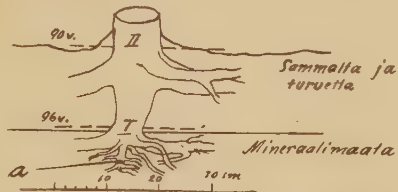
Kuva 41. Juuristonäyte koealalta n:o 18. — *Abb. 41. Wurzelstock aus Probefläche Nr. 18.*



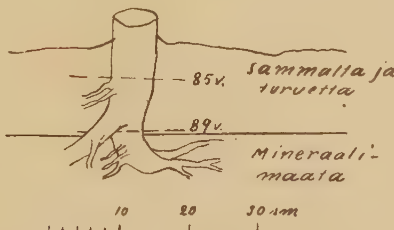
Kuva 42. Selviä myöhäisjuuria. Koeala n:o 22. — *Abb. 42 Deutliche Adventivwurzeln, Probefläche Nr. 22.*



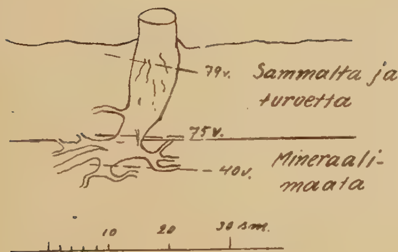
Kuva 43. Juuristonäyte koealalta n:o 9. I alkuperäinen, II myöhäisjuurien muodostama juurenniska. — *Abb. 43. Wurzelstock aus Probefläche Nr. 9. I ursprünglicher, II aus Adventivwurzeln gebildeter Wurzelhals.*



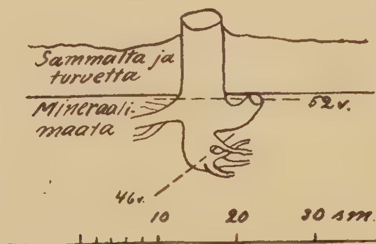
Kuva 44. Juuristonäyte koealalta n:o 14. I alkuperäinen, II myöhäisjuurien muodostama juurenniska. — *Abb. 44. Wurzelstock aus Probefläche Nr. 14. I ursprünglicher, II aus Adventivwurzeln gebildeter Wurzelhals.*



Kuva 45. Juuristonäyte koealalta n:o 25. Juuret ovat kääntyneet mineraalimaassa pintamyötäisiksi. — *Abb. 45. Wurzelstock aus Probefläche Nr. 25. Die Wurzeln sind im Mineralboden paralell mit der Oberfläche gewachsen.*



Kuva 46. Juuristonäyte koealalla n:o 22. Ylempänä enemmän vuosilustoja kuin juurenniskassa. Sama puu kuin kuvassa 31. — *Abb. 46. Wurzelstock aus Probefläche Nr. 22. Weiter oben mehr Jahresringe als am Wurzelhals. Derselbe Baum wie in Abb. 31.*



Kuva 47. Juuristonäyte koealalta n:o 17. Alkuaan pystysuorat juuret tekevät mutkan sivulle mineraalimaassa. — *Abb. 47. Die anfangs senkrechten Wurzeln machen im Mineralboden eine seitliche Biegung.*

Sammalta ja turvetta = Moos und Rohhumus. Mineraalimaata = Mineralboden.

tyyneys, joten tuulien merkitys maassa olevan ilman vaihtoon jää miltei olemattomaksi. S a a d a k s e e n t a r p e e k s i h a p p i p i t o i s t a i l m a a t ä y t y y n ä i s s ä o l o i s s a k u u s t e n j u u r t e n p y s y t e l l ä m a h d o l l i s i m m a n p a l j o n p i n t a k e r r o k s i s s a.

Tähän on vielä muitakin syitä. Metsämaat kuusialikasvosalueella ovat voimakkaasti huuhtoutuneet. Huuhtoutuminen tietää maan pintakerrosten laihtumista siten, että lähinnä valkohiekkakerroksena esiintyvästä horisontista on siirtynyt ravintoaineita alempiin kerroksiin tai muuten pois juuriston läheisyydestä. (Vrt. m.m. LUKKALA, 1919; LUNDEGÅRDH, 1925; CAJANDER, 1926; AALTONEN, 1923 a ja 1926). HESSELMANin (1926 a) mielestä huuhtoutuminen vähentää myös maan möyheyttä. Kuusen juuristolle tämä merkitsee sitä, että juuret pysyttelevät pintakerroksissa. TAMM (1920) pitää valkohiekkaa podsolimaissa ikäänkuin isoleerauskerroksena kolloidirikkaan ruskomaan ja humuksen välillä, mikä näkyy juuriston taipumuksesta levitä osittain humuskerrokseen osittain ruskomaahan. Myöskin LAITAKARI (1927, s. 222) viittaa mahdollisuuteen, että vaihtelut maaperän ravintoainepitoisuudessa voivat ohjata pintajuuriston kulkua, joskaan männyn juuret (LAITAKARI, 1927, s. 264) eivät ainakaan huomattavasti karta nimenomaan valkomaakerrosta. — Kuusen juuret näyttävät kuitenkin suhtautuvan eri tavalla voimakkaasti huuhtoutuneeseen maahan. Ne eivät näytä kykenevän helposti läpäisemään ravintoaineköyhää kalvakkamaakerrosta, vaan päinvastoin jouduttuaan tähän kerrokseen pyrkivät siitä pois. Primääristen, osittain pystysuorien juurten joutuminen valkohiekkakerrokseen kiihoittanee myös puuta muodostamaan myöhäisjuuria, joista ennenpitkää kehittyy pääasiallisin juuristo alkuperäisten surkastuessa ja kuollessakin. N ä i n o l l e n t u t k i m u s a l u e e n m e t s ä m a i d e n p o d s o l o i t u m i n e n ja s i i t ä j o h t u v a m i n e r a a l i m a a n y l e m p i e n k e r r o s t e n l a i h t u m i n e n s a a t t a a o l l a y h t e n ä s y y n ä a l i k a s v o s t e n j u u r i s t o n p i n n a l l i s u u t e e n.

Kirjallisuusluettelossa olevien lyhennyksien selitys.

Acta Forest. Fenn.	= Acta Forestalia Fennica.
Acta Soc. pro F. et Fl. Fenn.	= Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica.
Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.	= Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung.
Aus d. Walde.	= Aus dem Walde.
Cbl. f.d. ges. Forstw.	= Centralblatt für das gesammte Forstwesen.
Det forstl. Forsøgsv. i Danm.	= Det forstlige Forsøgsvaesen i Danmark.
Finska Forstf. Medd.	= Finska Forstföreningens Meddelanden — Suomen Metsänhoitoyhdistyksen Julkaisuja.
Forstlich-naturwiss. Zeitschr.	= Forstlich-naturwissenschatfliche Zeitschrift.
Forstwiss. Cbl.	= Forstwissenschaftliches Centralblatt.
Forstwirth. Jahrb.	= Forstwirthschaftliches Jahrbuch.
Lantbruksv. Samf.i Finl. Medd.	= Lantbruksvetenskapliga Samfundets i Finland Meddelanden — Suomen Maataloustieteellisen Seuran Julkaisuja.
Medd. af Soc. pro F.et Fl. Fenn.	= Meddelanden af Societas pro Fauna et Flora Fennica.
Medd. fr. St. Skogsfsksanst.	= Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt.
Metsätal. Aikakk.	= Metsätaloudellinen Aikakauskirja.
Metsätiet. Koel. Julk.	= Metsätieteellisen Koelaitoksen Julkaisuja — Meddelanden från Forstvetenskapliga Försöksanstalten — Communicationes ex Instituto quaestionum forestalium Finlandiae editae.
Not. ur Sälls. pro F. et Fl.Fenn. Förhandl.	= Notiser ur Sällskapets pro Fauna et Flora Fennica Förhandlingar.
Skogsvårdsför. Tidskr.	= Skogsvårdsföreningens Tidskrift.
Suomen Maataloustiet. Seur. Julk.	= Suomen Maataloustieteellisen Seuran Julkaisuja — Lantbruksvetenskapliga Samfundets i Finland Meddelanden.
Thar. forstl. Jahrb.	= Tharandter Forstliches Jahrbuch.
Tidskr. f. skogshh.	= Tidskrift för skogshushållning.
Zeitschr. f. Forst- und Jagdw.	= Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen.
Årsskr. fr. För.f. skogsv.i Norrland.	= Årsskrift från Föreningen för skogsvård i Norrland.

Kirjallisuusluettelo.

AALTONEN, V. T. 1919. Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I (Referat: Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im finnischen Lappland. I. Metsätiet. Koel. Julk., 1.) Helsinki.

—»— 1920. Über die Ausbreitung und den Reichtum der Baumwurzeln in den Heidewäldern Lapplands. (Acta Forest. Fenn. 14.) Helsinki.

—»— 1923 a. Zur Kenntnis der Ausfällung des Eisens im Boden. Eine vorläufige Mitteilung. (Acta Forest. Fenn., 25.) Helsinki.

—»— 1923 b. Über die räumliche Ordnung der Pflanzen auf dem Felde und im Walde. Eine botanisch-bodenwissenschaftliche Studie. (Acta Forest. Fenn., 25.) Helsinki.

—»— 1925 a. Allgemeines über die Einwirkung der Bäume auf einander. (Acta Forest. Fenn., 29.) Helsinki.

—»— 1925 b. Metsikön itseharventumisesta ja puiden kasvutilasta luonnonmetsissä. (Referat: Über die Selbstabscheidung und den Wuchsraum der Bäume in Naturbeständen.) (Metsätiet. Koel. Julk., 9.) Helsinki.

—»— 1926. Metsiemme maaperä ja sen metsänhoidollinen merkitys. (Metsänhoitoyhdistys Tapion käsikirjasia, N:o 14.) Lahti.

AMINOFF, F. 1910. Naturföryngringen i norrlandskogarna. (Årsskr. fr. För. f. skogsv. i Norrland, I.) Stockholm.

ASPEGRÉN, ADOLF. 1898. Granen och dess behandling i Norrlands skogar. (Årsskr. fr. För f. skogsv. i Norrland.) Stockholm.

—»— 1902. Är granen berättigad på tallmark? (Årsskr. fr. För skogsv. i Norrland.) Stockholm.

AUER, VÄINÖ. 1927. Untersuchungen über die Waldgrenzen und Torfböden in Lappland. (Metsätiet. Koel. Julk., 12.) Helsinki.

BACKMAN, A. L. 1919. Torvmarksundersökningar i mellersta Österbotten. (Referat: Moor-Untersuchungen im mittleren Österbotten.) (Acta Forest. Fenn., 12.) Helsinki.

BECK, R. 1912. Das Licht als Produktionsfaktor in der Forstwirtschaft. (Thar. forstl. Jahrb.) Berlin.

BENKOVITS, K. 1927. Über das Wachstum unterdrückter Fichten (Picea excelsa). (Cbl. f.d. ges. Forstw., H. 9—10. Separatabdruck.) Wien—Leipzig.

BERONIUS, GUNNAR. 1917. Om skogsbeständen i Norrland och deras stämpling. Iakttagelser och erfarenheter från Västerbotten. (Skogsvårdsför. Tidskr., Bilaga I.) Stockholm.

BIEHLER, RICHARD. 1903. Einfluss des Unterbaus auf das Wachstum der Bäume. Giessen.

BJÖRKMAN, C. A. T. 1877. Handbok i Skogs-Skötsel. Andra öfversedda upplaga. Stockholm.

BLOMQVIST, A. G. 1891. Suomen puulajit metsänhoidolliselta kannalta. II. Kuusi. (Suomentanut F. G. BERGROTH.) — (Finlands trädslag i forstligt hänseende beskrifna. II. Granen 1883.) Helsinki.

—»— 1897. Undersökningar af tjocklekstillväxten hos timmerträd af tall och gran i olika delar af Finland. Helsingfors.

BORGGREVE, BERNAND. 1891. Die Holzzucht. Ein Grundriss für Unterricht und Wirtschaft. Zweite verbesserte und sehr vermehrte Auflage. Berlin.

BURCKHARDT, HEINRICH. 1850. Das Schutzholz. (Forstwirth. Jahrb., sechster Band.) Leipzig.

—»— 1865. Das Schutzholz. (Aus d. Walde, H. 1.) Hannover.

—»— 1893. Säen und Pflanzen nach forstlicher Praxis. Handbuch der Holzerziehung. Sechste, durchgesehene und vermehrte Auflage. Trier.

CAJANDER, A. K. 1909. Ueber Waldtypen. (Acta Forest. Fenn., 1. — Fennia, 28, N:o 2.) Helsinki.

—»— 1913. Studien über die Moore Finnlands. (Acta Forest. Fenn., 2. — Fennia, 35, N:o 5.) Helsinki.

—»— 1914. Onko metsää kasvatettava sekametsänä? (Metsätal. Aikakk.) Helsinki.

—»— 1916. Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo.

—»— 1917. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. Porvoo

CAJANDER, A. K. und ILVESSALO, Y. 1921 a. Ueber Waldtypen II. Drei Vorträge gehalten in der Sitzung der geographischen Gesellschaft in Finnland am 25. Februar, 1921. (Acta Forest. Fenn., 20. — Fennia, 43, N:o 3.) Helsinki.

CAJANDER, A. K. 1921 b. Einige Reflexionen über die Entstehung der Arten insbesondere innerhalb der Gruppe der Holzgewächse. (Acta Forest. Fenn., 21.) Helsinki.

—»— 1922. Einige Hauptzüge der pflanzentopographischen Forschungsarbeit in Finnland. Vortrag gehalten in der Jahresversammlung der Finnischen Akademie der Wissenschaften am 10. April 1922. (Acta Forest. Fenn., 23.) Helsinki, 1923.

—»— 1923. Gedächtnisrede für Johan Petter Norrlin, a.o. Professor emeritus, gehalten in der Versammlung der Finnischen Wissenschaftssozietät am 10. Mai 1918. (Acta Forest. Fenn., 23.) Helsinki.

—»— 1926. Metsätyyppiteoria. — The Theory of Forest Types. (Acta Forest. Fenn., 29.) Helsinki.

CANNELIN, THOM. 1917. Svedjebrukets betydelse för våra skogar för land och folk. (Finska Forstf. Medd.) Helsingfors.

CIESLAR, ADOLF. 1896. Das Rothholz der Fichte. (Separatabdruck aus dem Cbl. f.d. ges. Forstwes.) Wien.

—»— 1906. Einiges über die Rolle des Lichtes im Walde. (Cbl. f. d. ges. Forstwes., H. 2.) Wien.

CNATTINGIUS, A. 1888. Den undertryckta granens, marbuskens, framtid. (Tidskr. f. skogshh.) Stockholm.

—»et»— 1881. Die Fichte als Bodenschutzholz. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

FLURY, PH. 1924. Ueber Altersbestimmung mittels Jahrringszählung. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

FRICKE. 1904. »Licht- und Schattenholzarten», ein wissenschaftlich nicht begründetes Dogma. (Cbl. f.d. ges. Forstw.) Wien.

FROSTERUS, BENJ. 1922. Maaperä. (Suomen Maatalous, I.) Porvoo.

FRÖMBLING. 1886. Ein Beitrag zur Frage über den Werth des Unterbaues. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw.) Berlin.

GAYER, KARL. 1898. Der Waldbau. Vierte verbesserte Auflage. Berlin.

GEHRHARDT, 1924. Üeber die Stammzahlhaltung in jungen Fichtenbeständen. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

GERDES, F. 1881. Unterbau von Kiefernbeständen mit Weisstannen und Fichten im Forstort Meerhusen. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw.) Berlin.

G. G. 1890. Ett inlägg i frågan om den undertryckta granens, marbuskens framtid. (Tidskr. f. skogshh.) Stockholm.

GUSE. 1880. Die Verwendung der Fichte zur Unterpflanzung. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw.) Berlin.

HANNIKAINEN, P.V. 1903. Metsänhoito-oppi metsänystäville. Kolmas painos. (Uusi painos 1919.) Helsinki.

HARTIG, G. L. 1860. Kort undervisning om skogens behandling och kultur. (Ruotsiksi kääntänyt SEGERDAHL, H. F.) Stockholm.

HARTIG, ROBERT. 1896. Das Rothholz der Fichte. (Forstlich-naturwiss. Zeitschr.) München.

HAUCH, L. A. 1904. Om den saakaldte »Spredningsevne» hos vore Træarten. (Botanisk Tidsskrift.) København.

—»— 1905. Üeber das sogenannte Ausbreitungsvermögen unserer Holzarten. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

—»— 1910. Zur Variation des Wachstums bei unseren Waldbäumen mit besonderer Berücksichtigung des sogenannten Ausbreitungsvermögens. (Forstwiss. Cbl.) Berlin.

HEIKINHEIMO, O. 1906. Harvennushakkauksista ja niiden metsänhoidollisesta merkityksestä metsätaloudessa. (Suomen Metsänhoitoyhdistyksen käsikirjasia. Uusi sarja, N:o 1. — Toinen painos, 1907.) Hämeenlinna.

—»— 1915. Kaskiviljelyksen vaikutus Suomen metsiin. (Referat: Der Einfluss der Brandwirtschaft auf die Wälder Finnlands.) (Acta Forest. Fenn., 4.) Helsinki.

—»— 1917. Metsän hävityksen ja polton vaikutus metsämaahan. (Acta Forest. Fenn., 8.) Helsinki.

—»— 1920 a. Kuusen iän määräämisestä ja kuusen myöhäisjuurista. (Referat: Über die Bestimmung des Alters der Fichte und ihre Adventivwurzeln.) (Metsätiet. Koelait. Julk., 2.) Helsinki.

—»— 1920 b. Kuusimuodoista ja niiden metsätaloudellisesta arvosta. (Referat: Über die Fichtenformen und ihren forstwirtschaftlichen Wert.) (Metsätiet. Koel. Julk., 2.) Helsinki.

—»— 1920 c. Suomen lumituhoalueet ja niiden metsät. (Referat: Die Schneeschadengebiete in Finnland und ihre Wälder.) (Metsätiet. Koel. Julk., 3.) Helsinki.

—»— 1920 d. Pohjois-Suomen kuusimetsien esiintyminen, laajuus ja puuvarastot. (Referat: Vorkommen, Umfang und Holzvorräte der Fichtenwälder in Nord-Finnland.) (Acta Forest. Fenn., 15.) Helsinki.

—»— 1921. Suomen metsärajametsät ja niiden vastainen käyttö. (Referat: Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung.) (Metsätiet. Koel. Julk., 4.) Helsinki.

Heikinheimo, O. 1922. Pohjois-Suomen kuusimetsien hoito. (Referat: Über die Bewirtschaftung der Fichtenwälder Nordfinnlands.) (Metsätiet. Koel. Julk., 5.) Helsinki.

Hesselman, Henrik, Schotte, Gunnar, 1906. Granen vid sin sydvästgräns i Sverige. (Skogsvårdsför. Tidskr.)

Hesselman, Henrik, 1926 a. Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. (Medd. fr. St. Skogsfskanst., H. 22.) Stockholm.

—»— 1926 b. Studier över barrträdsplantans utveckling i råhumus. (Medd. fr. St. Skogsfskanst., H. 23.) Stockholm.

Hildén, N. A. 1926. Koivun kuutioimisesta massataulukoiden avulla Pohjois-Karjalasta kootun aineiston nojalla. (Referat: Über die Kubierung der Birke mittels Massentafeln.) (Acta Forest. Fenn., 32.) Helsinki.

Hjelt, Hj., Hult, R. 1885. Vegetationen och floran i en del af Kemi Lappmark och norra Österbotten. (Medd. af Soc. pro F. et Fl. Fenn., 12.) Helsingfors.

Holmerz, C. C. och Örtenblad, Th. 1886 a. Om Norrbottens skogar. (Bihang till Domänstyrelsens underdåniga berättelse rörande skogväsendet för år 1885.) Stockholm.

—»— 1886 b. Om Norrbottens skogar. (Tidskr. f. skogshh.) Stockholm.

Hult, R. 1885. Blekinges Vegetation. Ett bidrag till växtformationernas utvecklingshistoria. (Medd. af Soc. p. F. et F. Fenn., 12.) Helsingfors.

—»— 1898. Växtgeografiska anteckningar från den finska Lappmarkens skogsregioner. (Acta Soc. pro F. et Fl. Fenn., XVI. N:o 2). Helsingfors.

Hupfauf. 1881. Die Fichte als Bodenschutzholz. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

Ilvessalo, L. 1917. Tutkimuksia mäntymetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. (Referat: Studien über die Verjüngungsjahre der Kiefernwälder in Süd- und Mittelfinnland.) (Acta Forest. Fenn., 6.) Helsinki.

—»— 1923. Raivolan lehtikuusimetsä. (Referat: Der Lärchenwald bei Raivola.) (Metsätiet. Koel. Julk., 5.) Helsinki.

Ilvessalo, Y. 1914. Kaskeamisesta Raja-Karjalassa. (Metsätal. Aikakk.) Helsinki.

—»— 1916. Mäntymetsikköjen valtapuitten kasvusta mustikka- ja kanervatyyppien kankailla Salmin kruununpuistossa. (Referat.) (Acta Forest. Fenn., 6.) Helsinki.

—»— 1919. Metsämaan ja metsikön bonitoimisesta. (Metsätal. Aikakk.) Helsinki.

—»— 1920 a. Kasvu- ja tuottotaulut Suomen eteläpuoliskon mänty-, kuusi- ja koivumetsille. (Referat: Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finnland.) (Acta Forest. Fenn., 15.) Helsinki.

—»— 1920 b. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä, nojautuen etupäässä kotimaiseen kasvutaulujen laatimistyöhön. (Referat: Untersuchungen über die taxatorische Bedeutung der Waldtypen, hauptsächlich auf den Arbeiten für die Aufstellung der neuen Ertragstafeln Finnlands fussend.) (Acta Forest. Fenn., 15) Helsinki.

—»— 1921. Kts. Cajander 1921 a.

—»— 1922. Vegetationsstatistische Untersuchungen über die Waldtypen. (Acta Forest. Fenn., 20.) Helsinki.

—»— 1927. Suomen metsät. Tulokset vuosina 1921—1924 suoritetusta valtakunnan metsien arvioimisesta. — The forests of Suomi (Finland). Results of the general survey of the forests of the country carried out during the years 1921—1924. (Metsätiet. Koel. Julk., 11.) Helsinki.

JOHANSON, V. F. 1924. Finlands agrarpolitiska historia. (Lantbruksv. Samf. i Finl. Medd., N:o 13 B.) Helsingfors.

KAST, K. 1889. Ueber den Unterbau und seine wirtschaftliche Bedeutung. (Cbl. f.d. ges Forstw.) Wien.

KEMPE, FRANS. 1910. Afverkad skogsmarks återväxt och föryngring. (Årsskr. f. För. f. skogsv. i Norrland.) Stockholm.

KRAFT, GUSTAF. 1885. Zur Unterbaufrage. (Allg. Forts. u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

KORHONEN, V. V. 1915. Die Ausdehung und Höhe der Schneedecke. Helsinki. (LINKOLAN ,1916 mukaan.)

—»— 1922. Ilmasto. (Suomen Maatalous. I.) Porvoo.

KUJALA, VILJO. 1921. Havaintoja Kuusamon ja sen eteläpuolisten kuusimetsäalueiden metsä- ja suotyypeistä. (Referat: Beobachtungen über die Wald- und Moortypen von Kuusamo und der südlich von dort gelegenen Fichtenwaldgebiete.) (Metsätiet. Koel. Julk., 4. — Acta Forest. Fenn. 18.) Helsinki.

—»— 1924. Tervaleppä (Alnus glutinosa (L.) GAERTN.) Suomessa. (Referat: Die Schwarzerle in Finnland.) (Metsätiet. Koel. Julk., 7.) Helsinki.

—»— 1926 a. Untersuchungen über den Einfluss von Waldbränden auf die Waldvegetation in Nord-Finnland. (Metsätiet. Koel. Julk., 10.) Helsinki.

—»— 1926 b. Untersuchungen über die Waldvegetation in Süd- und Mittelfinnland. I. Zur Kenntnis des ökologisch-biologischen Charakters der Pflanzenarten unter spezieller Berücksichtigung der Bildung von Pflanzenvereinen. A. Gefässpflanzen. (Metsätiet. Koel. Julk., 10.) Helsinki.

KUNZE, M. 1905. Üeber die Einwirkung eines Fichten-Unterstandes auf einen Eichen-Oberstand. (Thar. forstl. Jahrb.) Berlin.

LAITAKARI, ERKKI. 1927. Männyn juuristo. Morfologinen tutkimus. (Summary: The root system of pine (Pinus silvestris). A morphological investigation.) (Acta Forest. Fenn., 33.) Helsinki.

LAKARI, O. J. 1915. Studien über die Sahmenjahre und Altersklassenverhältnisse der Kiefernwälder auf dem nordfinnischen Heideboden. (Acta Forest. Fenn., 5. — Fennia, 38. N:o 4.) Helsinki.

—»— 1920 a. Tutkimuksia kuusen ja männyn kasvusuhteista Pohjois-Suomen paksusammaltyypillä. (Referat: Untersuchungen über die Zuwachsverhältnisse der Fichte und Kiefer auf dem Dickmoostypus in Nord-Finnland.) (Metsätiet. Koel. Julk. 2.) Helsinki.

—»— 1920 b. Tutkimuksia männyn muodosta. (Referat: Untersuchungen über die Form der Kiefer.) (Metsätiet. Koel. Julk., 3. — Acta Forest. Fenn., 16.) Helsinki.

—»— 1921. Tutkimuksia kuusimetsien uudistumisvuosista Etelä- ja Keski-Suomessa. (Referat: Untersuchungen über die Verjüngungsjahre der Fichtenwälder in Süd- und Mittelfinnland.) (Metsätiet. Koel. Julk., 4.) Helsinki.

LASSILA, I. K. D. 1920. Tutkimuksia mäntymetsien synnystä ja kehityksestä pohjoisen napapiirin pohjoispuolella. (Referat: Untersuchungen über die Entstehung und Entwicklung der Kiefernwälder nördlich vom nördlichen Polarkreise.) (Acta Forest. Fenn., 14.)

—»— 1928. Kuusimetsiemme uudistuksesta teknologiselta kannalta. (IV metsäviikko, 1928. Esitelmät ja alustukset pidetyt Suomen Puunjalotusteollisuuden Keskusliiton järjestämillä Metsätalous-teknologisilla kursseilla ja Suomen Sahateollisuus-

miesten Yhdistyksen vuosikokouksessa. Suomen Puunjalostusteollisuuden Keskusliiton Julkaisuja.) Helsinki.

LINKOLA, K. 1916. Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee. I. Allgemeiner Teil. (Acta Soc. pro F. et Fl. Fenn., 45. 1.) Helsingfors.

—»— 1917. Itä-Karjalan metsätyyppejä koskevia havaintoja. Esitelmä Suomen Metsätieteellisen seuran kokouksessa helmik. 25 p:nä 1917. (Acta Forest. Fenn., 7.) Helsinki.

—»— 1921. Studien über den Einfluss der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee. II. Spezieller Teil. (Acta Soc. pro F. et Fl. Fenn., 45. 2.) Helsingfors.

—»— 1922. Kasvillisuus ja kasvisto. (Suomen Maatalous. I.) Porvoo.

LOVÉN, F. R. 1911. De undertryckta barrträdens utvecklingsmöjligheter. (Skogsvårdsför. Tidskr., Fackafdeln.)

LUKKALA, O. J. 1919. Tutkimuksia viljavan maa-alan jakautumisesta etenkin Savossa ja Karjalassa. (Referat: Untersuchungen über die Verteilung des fruchtbaren Bodenareals hauptsächlich in den Landschaften Savo (Sawolaks) und Karjala (Karelien). (Acta Forest. Fenn., 9.) Helsinki.

—»— 1920. Lisä ortsteinikysymyksen valaisemiseksi. (Referat: Ein Beitrag zur Beleuchtung der Ortsteinfrage.) (Acta Forest. Fenn., 16.) Helsinki.

LUNDEGÅRDH, HENRIK. 1925. Klima und Boden in ihrer Wirkung auf das Pflanzenleben. Jena.

LÖNNROTH, ERIK. 1917. Ohjeita ja määräyksiä yliopistollisia metsänarvioimisen harjoitustöitä varten. (Monistettu konekirjoitus.) Helsinki.

—»— 1925. Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. (Acta Forest. Fenn., 30.) Helsinki.

MATTHES. 1911. Mitteilungen über Bau und Leben der Fichtenwurzeln und Untersuchung über die Beeinflussung des Wurzelwachstums durch wirtschaftliche Einwirkungen. (Allg. Forst- u. Jagd.-Zeit.) Frankfurt am Main.

MOROSOW, G. F. 1928. Die Lehre vom Walde. (Aus dem Russischen übersetzt von SELMA und HANS RUOFF und BUCHHOLZ. Herausgegeben von KONRAD RUBNER.) Tharandt.

MULTAMÄKI, S. E. 1919. Tutkimuksia metsien tilasta Savossa ja Karjalassa. (Referat: Untersuchungen über den Zustand der Wälder in Savo und Karjala:) (Acta Forest. Fenn., 9.) Helsinki.

MÜLLER, P. E., RØDAM, K., HELMS, JOHS., WØLDIKE, E. H. 1910. Bidrag til kunskab om Rødgranens Vækstforhold i midtjysdk Hedebund. (Det forstl. Forsøgvs. i Danm., 3 Bd.) København.

MÜLLER, P. E., HELMS, JOHS. 1913. Forsøg med Anvendelse av Kunstgødning til Grankultur i midtjydsk Hedebund. Med Bidrag til Hebebundens Naturhistorie. (Det forstl. Forsøksv. i Danm., 3 Bd.) København.

NORRLIN, J. P. 1871. Flora Kareliae Onegensis. I. Über die Vegetation von Onega-Karelien und die naturhistorische Grenze Finnlands sowie Skandinaviens im Osten. (Not. ur Sällsk. pro F. et Fl. Fenn. Förhandl., XI. — Acta Forest. Fenn., 23.) Helsingfors.

NYHOLM, E. T. 1902. Studier öfver finska naturliga jordmåner. I. II. (Finska Forstf. Medd., 18.) Helsingfors.

OBBARIUS, C. L. 1845. Lärobok i Skogs-Vetenskapen. Första Delen. Skogs uppdragande. Westerås.

—»— 1857. Skogsnaturläran, ämnad såväl till undervisning vid skogs-läroverk, som till sjelfstudium för unga forstmän och agronomer. Örebro.

PALMGREN, A. 1921. Hippophaës rhamnoides auf Åland. (Acta Soc. pro F. et Fl. Fenn. 36,3.) Helsingfors.

—»— 1922 a. Über Artenzahl und Areal sowie über die Konstitution der Vegetation. Eine Vegetationsstatistische Untersuchung. (Acta Forest. Fenn., 22.) Helsinki.

—»— 1922 b. Zur Kenntnis des Florencharakters des Nadelwaldes. Eine pflanzengeographische Studie aus dem Gebiete Ålands. I. (Acta Forest. Fenn., 22.) Helsinki.

PÖNTYNEN, V. 1919. Kokemuksia kaskeamisesta Hartolassa olevissa asutusyhteismetsissä. Asuttaja. Helsinki.

—»— 1926. Kulottamisesta. (Tapio.) Helsinki.

RAMANN, E. 1911. Bodenkunde. Dritte, umgearbeitete und verbesserte Auflage. Berlin.

RAMSAY, VILHELM. 1900. Finlands geologiska utveckling ifrån istiderna intill våra dagar. Helsingfors.

REBEL, KARL. 1923. Rückgang des Waldes. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

REBMANN. 1879. Unterbau von Eichen- und Kiefern-beständen mit Rücksicht auf die Verhältnisse in Elsass-Lothringen. (Allg. Forst- u. Jagd.-Zeit.) Frankfurt am Main.

REISS, A. 1885. Der Lichtungsbetrieb mit Unterbau bei Kiefernbeständen. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

RUBNER, KONRAD. 1925. Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaus. Zweite vermehrte und verbesserte Auflage. München.

RUNNEBAUM. 1885. Die Kiefern im Buchen-Unterwuchse und im reinen Bestande bei gleichen Standortsverhältnissen. Beitrag zum Kiefern-Unterbaubetriebe. (Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw.) Berlin.

SAARI, EINO. 1919. Itä-Suomen lahjoitusmailla noudatetusta metsäpolitiikasta. (Acta Forest. Fenn., 12.) Helsinki.

—»— 1923. Kuloista, etupäässä Suomen valtionmetsiä silmällä pitäen. Tilastollinen tutkimus. (Summary: Forest Fires in Finland, with Special Reference to the State Forests. Statistical Investigation.) (Acta Forest. Fenn., 26.) Helsinki.

SCHIFFEL, A. 1906. Über Bestandeserziehung. (Cbl. f.d. ges. Forstw.) Wien.

—»— 1910. Beiträge zur Begründung der Lehre über die Erziehung der Fichte. (Sonderabdruck aus dem Cbl. f.d. ges. Forstw.) Wien.

SCHMIDT, L. 1890. Ueber Bodenschutzholz und Unkrautdecke in ihren Beziehungen zu Bodenfeuchtichkeit und Bestandeszuwachs. (Allg. Forst-u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

SCHOTT VON SCHOTTENSTEIN. 1882. Ueber Lichtungs- und Ueberhaltbetrieb mit besonderer Beziehung auf den Frankfurter Stadtwald. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

SCHOTTE, GUNNAR. 1912. Om gallringsförsök. (Medd. fr. St. Skogsfrsksanst., H . 9. — Skogsvårdsför. Tidskr., Fackafdelningen.) Stockholm.

SEGERDAHL, G. 1852. Lärokurs uti Skogshushållning. Falun.

SERNANDER, RUDGER. 1893. Die Einwanderung der Fichte in Skandinavien. (Englers bot. Jahrb., Bd. 15. HEIKINHEIMON, 1915, s. 117, mukaan.) Leipzig.

SMITT, A. 1924. Granens vestgraenser i Norge. (Tidsskrift for Skogbruk.) Kristiania.

STIERNSPETZ, C. 1910. Afverkad skogsmarks återväxt och föryngring. (Årsskr. fr. f. skogsv. i Norrland.) Stockholm.

TAMM, O. 1920. Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. (Medd. fr. St. Skogsfskanst., H. 17.) Stockholm.

—»— 1921. Om berggrundens inverkan på skogsmarken. (Medd. fr. St. Skogsfsksanst., H. 18.) Stockholm.

TANTTU, ANTTI. 1915. Tutkimuksia ojitettujen soiden metsittymisestä. (Referat: Studien über die Aufforstungsfähigkeit der entwässerten Moore.) (Acta Forest. Fenn., 5.) Helsinki.

THALER, K. 1910. Bemerkungen zum Ueberhalt- und Unterbau-Betrieb. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

TIKKA, P. S. 1928. Havaintoja kuusen esiintymisestä ja kehityksestä Pohjois-Suomen kuivissa kangasmetsissä. (Referat: Über das Vorkommen und die Entwicklung der Fichte in den trockenen Heidewäldern von Nord-Suomi (-Finland). (Silva Fennica, 10.) Helsinki.

URICH. 1884. Unterbau von Lichtholzarten. (Forstwiss. Cbl.) Berlin.

VATER, H. 1905. Bodenkundliche Beiträge zu der vorstehenden Abhandlung. (Tarkoittaa KUNZE, 1905.) (Thar. forstl. Jahrb.) Berlin.

—»— 1909. Bemerkungen zur Stickstoffaufnahme der Waldbäume. (Thar. forstl. Jahrb.) Berlin.

VUORI, E. 1913. Studien über die durch Brandkultur entstandenen Nadelholzbestände des Staatsforstes Vesijako. (Acta Forest. Fenn., 2.) Helsinki.

WAGNER, C. 1907. Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde. Tübingen. (Myöhempiä painoksia 1911, 1914, 1923.)

WALTHER. 1886. Beschädigung der Kiefer durch Beimischung oder Unterbau von Buchen. (Forstwiss. Cbl.) Berlin.

WEDDING. 1901. Der Unterbau der Eiche mit Weymouthskiefer. (Allg. Forst- u. Jagd-Zeit.) Frankfurt am Main.

WIBECK, EDVARD. 1911. Om ljungbränning för skogskultur. (Skogsvårdsför. Tidskr.) Stockholm.

WIEDEMANN, EILHARD. 1923. Zuwachsrückgang und Wuchsstockungen der Fichte in den mittleren und unteren Höhenlagen der sächsischen Staatsforsten. Bearbeitet im Auftrage des sächsischen Finanzministeriums. — Zweite Auflage 1925. (Aus der Abteilung für Standortslehre und der botan. Abtlg. der forstlichen Versuchsanstalt Tharandt.) Tharandt.

—»— 1924. Fichtenwachstum und Humuszustand. Weitere Untersuchungen über die Wuchsstockungen in Sachsen. (Arbeiten aus der Biologischen Reichanstalt für Land- und Fortswirtschaft. Bd. 13. Jubiläumsband. H. I.) Berlin.

—»— 1925. Die praktischen Erfolge des Kieferndauerwaldes. Untersuchungen in Bärenthoren, Frankfurt a.d.O. und Eberswalde, Studien über die früheren Dauerwaldversuche und den Kiefernurwald. Mit Beiträgen von HESSELMANN, ALBERT, BEHN, SCHENCK, WITTICH, HARTMANN. Braunschweig.

Willandt, O. W. 1927. Asutus- ja maatalousoloista Enon ja Ilomantsin pitäjien vuokraviljelmillä. (Referat: Über Siedlungs- und Landwirtschaftsverhältnisse in den Pachbetrieben der Kirchspiele Eno und Ilomants.) (Suomen Maataloustiet. Seur. Julk., 15.) Helsinki.

Willkomm, Moritz. 1872. Streifzüge durch die baltische Provinzen. Schilderungen von Land und Leuten mit besonderer Berücksichtigung der Wälder und der Forstwirtschaft. Dorpat.

Asiakirjat. 1910. Asiakirjat vuonna 1910 toimitetusta metsänhoidontarkastuksesta Korpiselän hoitoalueessa. Pohjoinen hoitolohko.

—»— 1911—12. Asiakirjat vuosina 1911—12 toimitetusta metsänhoidontarkastuksesta Korpiselän hoitoalueessa. Yleinen kertomus, arvopuuluettelo ja kartanselitys ja metsänarviokirja. Eteläinen hoitolohko.

—»— 1914. Asiakirjat metsätaloudentarkastuksesta Uomaan hoitoalueessa. Yleinen kertomus.

—»— 1919—20. Annan tehtaan metsien talouskirjat.

—»— 1921—22. Loimolan hoitoalue. Yleinen kertomus ja hoitosuunnitelma.

—»— 1923—25. Korpiselän hoitoalue. Yleinen kertomus ja taloussuunnitelma.

—»— 1925—26. Salmin hoitoalue. Yleinen kertomus ja taloussuunnitelma.

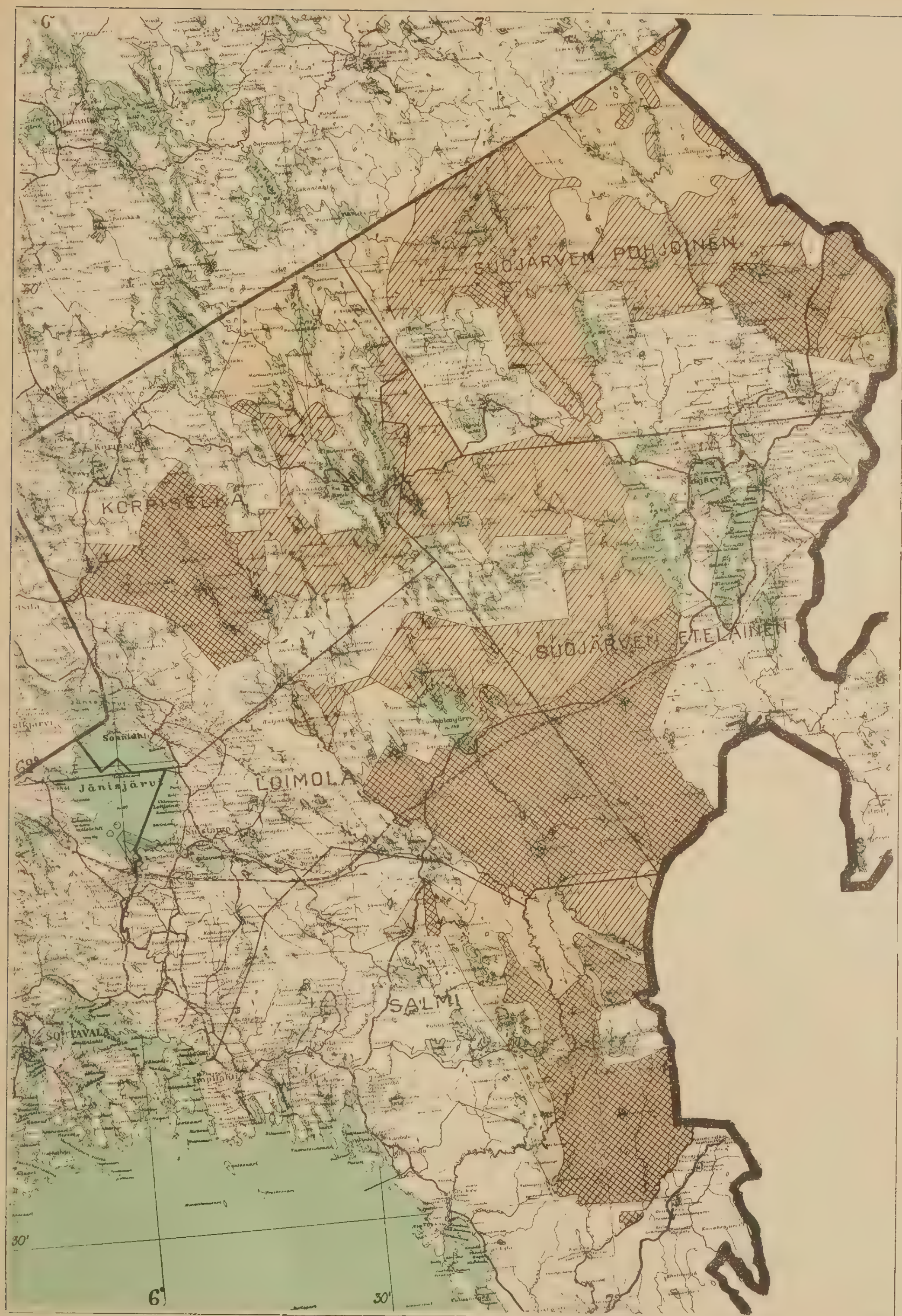
Komiteanmietintö. 1920. Valtionmetsäkomitean mietintö. N:o 1. Helsinki.

Suomen Kartasto. 1910. Suomen Maantieteellinen Seura. Helsinki.

Suomen Kartasto. 1925. Suomen Maantieteellinen Seura. Helsinki.

Suomen Kartta. 1927. Maanmittaushallituksen toimittama. Helsinki.

Suomen Tilastollinen Vuosikirja. 1928. Helsinki.



Kartta tutkimusalueesta. Mittakaava 1: 800 000.

Tummat alueet valtionmaita. Ristiviivoitetuilla seuduilla runsaasti tiheitä kuusialikasvoksia, yksinkertaisella viivoituksella merkityillä paikoilla alikasvokset harvempia ja vähemmän yleisiä.

Karte des Untersuchungsgebietes. Massstab 1: 800 000.

Die dunkleren Flächen geben Staatsländereien an. In den durch Gitter bezeichneten Gegenden findet sich reichlich dichter Unterwuchs, in den durch einfache Linien bezeichneten ist der Unterwuchs spärlicher und weniger verbreitet.

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS VORKOMMEN DER FICHTE *(PICEA EXCELSA)* ALS UNTERWUCHS IN DEN FINNISCHEN STAATSWÄLDERN VON GRENZ-KARELIEN.

REFERAT.

EINLEITUNG.

Der Bau der neuen Eisenbahnlinie nach Suojärvi i.J. 1922 bedeutet für die Forstwirtschaft der Staatswälder in Grenz-Karelien einen Wendepunkt. Früher hatte man aus den dortigen Waldungen hauptsächlich nur grobes Holz zum Verkauf gehauen und darum eigentlichen waldbaulichen Massnahmen nur wenig Aufmerksamkeit schenken können. Durch die Fertigstellung der erwähnten Eisenbahn und die Verbesserung der sonstigen Konjunkturverhältnisse wurden diese Gegenden nun dem Holzhandel besser erschlossen, so dass man mehr als bisher auch eigentliche waldbauliche Massnahmen in Angriff nehmen konnte. Die richtigen Methoden für die Pflege der Wälder erfordern jedoch eine eingehende Kenntnis der örtlichen Verhältnisse. Eine besondere Eigentümlichkeit Grenz-Kareliens in forstlicher Hinsicht bilden die ausgedehnten Fichtenunterwuchswälder, die darum auch bei waldbaulichen Massnahmen in den dortigen Wäldern zu berücksichtigen sind. Dies setzt jedoch eine genaue Kenntnis der Beschaffenheit und des Vorkommens dieser Unterwuchswälder unter den verschiedenen Verhältnissen voraus, eine Aufgabe, welche sich die vorliegende Untersuchung gestellt hat.

ALLGEMEINER TEIL.

DAS UNTERSUCHUNGSGEBIET.

ALLGEMEINE CHARAKTERISTIK.

(S. 8—15)

L a g e. Unter Grenz-Karelien versteht man im allgemeinen das finnische Grenzgebiet nördlich vom Ladogasee. — In geographischer Hinsicht liegt das Untersuchungsgebiet ungef. zwischen 61° 28′ und 62° 43′ n. Br. und ungef. 5° 50′ und 7° 50′ ö.L. vom Meridian von Helsingfors aus gerechnet (ungef. 30° 50′—32° 50′ ö.L. Gr.) — Die Gesamtfläche beträgt 9012,2 qkm ohne Gewässer. In der vorliegenden Untersuchung werden in erster Linie die Staatsforsten behandelt, so dass das Untersuchungsgebiet im engeren Sinne das Binnengebiet Grenz-Kareliens umfasst.

O b e r f l ä c h e n g e s t a l t u n g. Das Untersuchungsgebiet steigt im allgemeinen regelmässig vom Ladogasee nach dem Binnenlande zu an. Der südliche Teil liegt ungef. 50—100 m ü.d. M., das übrige Gebiet ungef. 100—200 m ü.d.M. Wenn das Gebiet morphologisch auch im grossen und ganzen ziemlich eben erscheint,

so finden sich doch im einzelnen gewisse Höhenunterschiede, so dass wir die Oberflächengestaltung als wellig bezeichnen können, da grössere oder kleinere, sanft gewellte Heiden mit niedrigeren Sumpfböden ständig wechseln. Der höchste Punkt dieser Gegend, der Kuuttivaara im Kirchspiel Suojärvi, erhebt sich ungef. 272 m ü.d.M.

Berggrund. Der Berggrund steht nur in einzelnen Teilen des Untersuchungsgebietes an, kleinere Felsen und waldbestandene Felsenhügel finden sich dagegen häufiger, allerdings kaum in dem Grade, dass die Landschaft dadurch ihr Gepräge erhielte. — Im grössten Teil des Gebietes herrschen graue Gneisgranite vor, die besonders im mittleren und nördlichen Teil desselben zusammenhängend auftreten. Der südliche Teil ist dagegen geologisch weniger einheitlich. Im äussersten SE haben wir ein ziemlich ausgedehntes, einheitliches Rapakivigebiet, wozu u.a. die Staatsforsten des Reviers Salmi gehören. Westlich davon finden wir reichlich Ladogaschiefer und daneben in geringerer Menge Metabasite und Quarzite.

Klima. In klimatischer Hinsicht unterscheidet sich Grenz-Karelien bedeutend von den weiter westlich liegenden Teilen Finnlands auf den entsprechenden Breitengraden. Die Jahres + 1° C Isotherme, die für Finnland in der Bottenwiek einsetzt und dann weiter nach SE verläuft, geht in Grenz-Karelien durch den N-Rand des Kirchspiels Suojärvi. Die Jahres + 2° C Isotherme verläuft ungef. durch die Mitte des Untersuchungsgebietes, während sie am Bottnischen Meerbusen ungef. 2 Breitengrade, in Mittel-Finnland 1 Breitengrad nördlicher liegt. Die mittlere Februarisotherme, — 10° C, geht ungef. am Nordufer des Ladogasees entlang. Die Sommertemperatur im Untersuchungsgebiet ist gewöhnlich ziemlich hoch. Das Klima ist im allgemeinen kontinentaler als in den übrigen Gegenden Finnlands auf den entsprechenden Breitengraden.

Hydrographie. Obgleich unser Gebiet ziemlich viel Seen aufweist (vgl. die Karte), lässt es sich doch nicht als Seengebiet im eigentlichen Sinne bezeichnen. Die Seen liegen nämlich in der Hauptsache in bestimmten Gegenden, dazwischen aber finden sich Gebiete mit gar keinen oder nur kleinen Seen. — Die Entwässerung geschieht hauptsächlich zum Ladogasee. Nur die Gewässer des Tolvajärvisystems fliessen durch den Koitajoki zum Nord-Saimaa ab. Als Flösswässer haben die Seen und Flüsse eine sehr grosse Bedeutung.

Besiedelung. Da die Kulturfaktoren in Grenz-Karelien für die Wälder im allgemeinen wie auch für das Auftreten von Fichtenunterwuchs im besonderen eine wichtige Rolle spielen, wie der spezielle Teil dieser Untersuchung zeigen wird, geben wir im folgenden einen kurzen Überblick über die Besiedelung dieser Gegend. — Grenz-Karelien ist schon seit alter Zeit bewohnt gewesen, aber immer nur sehr dünn. 1926 betrug die Bevölkerungsdichte hier 5.4 pro qkm, doch gibt diese Zahl kein richtiges Bild von der wirklichen Verteilung der Bevölkerung über das eigentliche Untersuchungsgebiet. Während nämlich am Ladoga sich recht grosse Siedlungszentren finden, ist der grösste Teil des Untersuchungsgebietes fast oder ganz unbewohnt. — Die Bevölkerungsdichte gibt an sich die grosse Bedeutung der Kulturfaktoren für die Wälder nur ungenau wieder. Denn eine dünnere Besiedelung in Verbindung mit einer bestimmten Wirtschaftsform kann von stärkerem Einfluss sein als eine dichtere. In Gegenden nämlich, wo die Landwirtschaft in der Hauptsache oder wenigstens zum grossen Teil auf Brandwirtschaft gestellt ist, muss natürlich die Besiedelung eine viel grössere Bedeutung für die Wälder gehabt haben als in solchen, wo die Brandwirtschaft schon früh aufgehört hat, und was z.B. die Waldbrände anbetrifft, so zeigt die Erfahrung, dass diese gerade in dünner besiedelten Gegenden die grösste Ausdehnung erreichen können. Auch die

Bedeutung der Hiebe hängt nur zum Teil von der Dichte der Bevölkerung ab, denn die Flösswässer ermöglichen es solche auch in dünn bevölkerten Gegenden vorzunehmen.

Grundbesitzverhältnisse. Die Grundbesitzverhältnisse in Grenz-Karelien sind durch andere Faktoren bestimmt worden als im übrigen Finnland. Der grösste Teil der dortigen Ländereien ist ehemaliges Donationsland, d.h. Land, welches die russischen Machthaber nach Eroberung dieser Landschaft seinerzeit ihren Adeligen und höheren Beamten als Lehensgüter schenkten. Infolgedessen mussten die früheren Besitzer, die Bauern, in eine wirtschaftlich und sozial ungünstige Stellung geraten. Als Grenz-Karelien mit dem übrigen Regierungsbezirk Wiborg wieder mit Finnland vereinigt wurde, sah sich der finnische Staat gezwungen diese ungesunden Grundbesitzverhältnisse zu reformieren. Man schritt dazu die Donationsgüter den damaligen Besitzern abzukaufen und unter gewissen Bedingungen den ehemaligen Besitzern zu überlassen. Ein Teil dieser Ländereien verblieb jedoch in unmittelbarer Staatsverwaltung. So erhielt der finnische Staat den grössten Teil seines heutigen Besitzes in den Kirchspielen Salmi, Soanlahti und Korpiselkä. Auch das Kirchspiel Suojärvi bestand ganz aus Donationsland, aber dort waren die Ländereien, welche den Pachtbauern nicht überlassen waren, nicht in den Besitz des finnischen Staates übergegangen, sondern infolge verschiedener Umstände der russischen Domänenverwaltung zugefallen, welche diese bis zum Jahre 1918 in den beiden Revieren St. Anna verwalten liess. Durch den Dorpater Frieden vom Jahre 1920 wurden diese Gebiete endgültig mit den finnischen Staatsforsten vereinigt und sie werden seitdem wie auch die übrigen Staatsforsten dieser Gegend in den beiden Revieren Nord- und Süd-Suojärvi verwaltet. — Der Staatsbesitz in den Kirchspielen Suistamo und Impilahti ist kein ursprüngliches Donationsland, sondern nach der Gemeinheitsteilung an den Staat gefallen, offenbar weil die Besitzer wegen der hohen Steuern sich nicht um ihr Eigentum kümmerten.

Der Umfang der Staatsländereien im Untersuchungsgebiet ist heute nicht mehr ganz der gleiche wie früher. Einerseits sind neue Gebiete hinzugekauft worden, anderseits ist früherer Besitz vorzugsweise selbständig gewordenen Kleinbauern überlassen worden. Auch durch Umgruppierung hat der Umfang der einzelnen Reviere im Laufe der Zeit sich verändert, doch spielen diese Vorgänge für die Zwecke dieser Untersuchung keine grosse Rolle, so dass sie hier nicht weiter behandelt werden brauchen. Wir geben statt dessen einige allgemeine Angaben über den Gesamtumfang des Staats- und Privatbesitzes.

Gesamtfläche von Grenz-Karelien (ohne Gewässer)	901 220	ha
Staatsbesitz	420 905	»
Privatbesitz	480 315	»

Aus dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass der Staatsbesitz ungef. die Hälfte der Bodenfläche von Grenz-Karelien ausmacht (vgl. auch die Karte). Für einzelne Kirchspiele verschiebt sich das Verhältnis noch mehr zu Gunsten des Staatsbesitzes. So beträgt dieser z.B. in Suojärvi bedeutend über die Hälfte der Gesamtfläche (ohne Gewässer). Schon aus diesem Grunde spielen die Staatsforsten im Wirtschaftsleben dieser Gegend eine bedeutende Rolle, die um so grösser ist, als die Privatforsten zum grossen Teil schon abgeholzt sind, während die Staatsforsten noch reichlich unberührte Wälder aufweisen, welche infolge der verbesserten Verkehrsverhältnisse in viel höherem Masse als früher erfasst werden können.

DIE WALDBÖDEN.

(S. 15—26)

M o r ä n e n b ö d e n. Von Mineralböden kommen in dem Untersuchungsgebiete die Moränenböden am häufigsten vor. Diese zeigen eine wechselnde Korngrösse, doch herrscht im allgemeinen und besonders auf Böden, die mit Fichtenunterwuchs bestanden sind, feineres Material mit weniger reichlich Steinen und Steinblöcken vor. Der Sand ist meist sehr fein, in trockenem Zustand fast pulverförmig, und hat sich so fest abgelagert, dass man ihn mit einem scharfen Werkzeug abschneiden kann (vgl. Abb. 1).

Ihr besonderes Gepräge erhalten die Moränen unseres Gebietes, vor allem die Teile, welche heute mit Fichtenunterwuchs bestanden sind, durch die Auswaschung der Böden. In dieser Beziehung sind die Böden ziemlich gleich, unabhängig vom Berggrund. Die Auswaschung zeigt sich ebenso deutlich im Rapakivi- wie Granit- und Gneisgebiet. Die dadurch entstandenen Horizonte sind sehr deutlich ausgebildet. Unter dem Rohhumus folgt ziemlich unvermittelt eine Bleicherdeschicht. Diese ist in den meisten Fällen sehr hell und verhältnismässig dick (vgl. Abb. 1 u. 2), an einzelnen Stellen sogar 20 cm, gewöhnlich jedoch nur 5—15 cm. Die Bleicherde hebt sich im allgemeinen scharf von der darunterliegenden Schicht ab. Die Grenze ist jedoch nicht gerade, sondern mehr oder minder wogenförmig. Wenn die Böden geschwendet und dann bearbeitet sind, hat sich die Bleicherdeschicht mit den darunterliegenden vermischt; nach gewöhnlichen Waldbränden tritt natürlich dieser Vorgang nicht ein. — Unter der Bleicherde liegt Braunerde. Charakteristisch für diese ist intensive Färbung, welche an der Grenze nach der Bleicherde am grössten ist. Mehr nach der Tiefe zu wird das Braun allmählich heller, bis es ohne deutliche Grenze in den graulichen Untergrund übergeht. Die Dicke dieser Braunerdeschicht wechselt je nach den Verhältnissen, sie scheint jedoch in den meisten Fällen ungef. 20 cm zu betragen. So intensiv gefärbt diese Schicht auch ist, so wurde Ortsteinbildung doch nicht festgestellt. In bezug auf die Häufigkeit der Podsolbildung unterscheiden sich die Heideböden des Untersuchungsgebietes nicht von den gewöhnlichen finnischen Heideböden, doch erklärt sich der weit fortgeschrittene Grad dieses Prozesses wohl in der Hauptsache dadurch, dass die Böden recht alt sind, jedenfalls älter als sonst die Böden in S-Finnland. Die nördlichen Teile dieses Gebietes sind nämlich kaum je vom Meere bedeckt gewesen und die weiter nach S liegenden haben sich ziemlich bald nach der Eiszeit aus dem Wasser erhoben. (vgl. u.a. TAMM, 1920 und KUJALA, 1926 b).

D i e O s e u n d S a n d h e i d e n. Wenn auch die Moränenböden die Hauptbodenart dieser Gegend bilden, so sind doch auch die eigentlichen Sandböden in Form von Osen und Sandheiden nicht selten. Die Ose verlaufen meist in der Richtung des Inlandeises, also ungef. in der Richtung NW-SE, während sich senkrecht zu dieser Richtung streichende Querose und Endmoränen hier nicht finden. Die Ose lassen sich stellenweise meilenweit deutlich verfolgen, bisweilen verlieren sie jedoch ihren eigentlichen osartigen Charakter und verbreitern sich zu niedrigeren und flacheren Sandheiden.

T o n. Ton kommt in unserem Gebiete recht selten vor. Wir finden ihn hie und da im südlichen Teile, im Norden dagegen nur in sehr seltenen Fällen an den Ufern grösserer Gewässer.

V e r s u m p f u n g. Im ganzen Untersuchungsgebiete ist Versumpfung eine sehr

gewöhnliche Erscheinung. Grenz-Karelien gehört in dieser Beziehung als südlichster Teil zu dem grossen Versumpfungsgebiet, das in N-Finnland einsetzt und an der Reichsgrenze entlang sich bis nach hier erstreckt.

Die Moore sind in der Hauptsache durch Versumpfung der Heideböden entstanden (CAJANDER, 1913). Ihre Beschaffenheit wechselt einigermassen in den verschiedenen Teilen unseres Gebietes. Im allgemeinen können wir auch hier die Beobachtung machen, dass besseren Heidenböden auch die besseren Moore entsprechen. Das zeigt sich besonders deutlich, wenn wir die Beziehungen zwischen Bodenarten und Mooren in den verschiedenen Gegenden untersuchen. Auf Geröll- und Sandböden herrschen Hoch- und Weissmoore vor, die ersteren sind zum grossen Teile reichlich mit *Sphagnum* bewachsen, wenn auch andere, vorzugsweise Reisermoore, nicht selten sind. Auch die Weissmoore sind mit *Sphagnum* bewachsen. Ebenso finden wir in dem Hauptteile des im Norden des Kirchspiels Korpiselkä liegenden Staatsbesitzes, der nach den obigen Angaben reichlich Sandböden aufweist, hochmoorartige Moore und Weissmoore, und diese erreichen oft eine bedeutende Ausdehnung. Das gleiche ist der Fall auf den Sandböden in der Nähe der Seen Sääksjärvi und Varpajärvi im Kirchspiel Salmi, wo der Anteil der Bruchmoore sehr gering ist. Wir finden solche nur an den Bächen oder auf schmalen Engen zwischen Heiden. Ausserdem sind die Bruchmoore so schlecht, dass der grösste Teil von ihnen in bezug auf Waldwuchs zu den wenig produktiven Böden zu rechnen ist.

Anders liegen die Verhältnisse dagegen in den eigentlichen Moränengebieten. Dort sind die Moore im allgemeinen besser. Besonders das reichlichere Auftreten von Bruchmooren ist für diese Böden charakteristisch, wenn auch hier die Abwechselung in der Gruppierung der Moore, der sogen. karelische Moorkomplextyp (CAJANDER, 1913), der Landschaft ihr eigentümliches Gepräge gibt. Dieser Moorkomplextyp steht, wie wir später sehen werden, in einer deutlichen Beziehung zu dem Fichtenunterwuchs.

Einteilung der Ländereien nach der Art der Anwesen. Tab. I (S. 23) zeigt die Einteilung des Staatsbesitzes in Grenz-Karelien nach der Art der Anwesen. Wir ersehen daraus, dass diese Ländereien fast ausschliesslich Waldgebiete sind. Alle Flächen wie kultivierter Boden (Wiesen eingerechnet), Grundstücke, Wege, Lagerplätze u.a. betragen nur 0.2 % der gesamten Bodenfläche. Der produktive Waldboden umfasst eine Fläche von 53.9 %, der weniger produktive 31.3 % und das Impediment 14.6 % der Gesamtfläche. — Tabelle II (S. 25) gibt die Verteilung der Waldböden nach dem Waldtypus. Wir sehen, dass die Staatsländereien im Verhältnis zu ihrer südlichen Lage im Durchschnitt ziemlich schlechte Böden sind. Von den Heideböden entfallen auf den Vaccinium-Typus ungef. die Hälfte, 47.4 %, auf den Myrtillus-Typus nur 25.7 %. Bessere Böden vom Myrtillus-Typus finden sich kaum.

DIE HAUPTBESTÄNDE.[1]

(S. 26—33)

Die verschiedenen Holzarten. Die graphische Darstellung in Abb. 3 (S. 27) zeigt die Verteilung der Holzarten auf den produktiven Waldböden der Staatswälder. Wir ersehen daraus vor allem, dass in den Hauptbeständen des Untersuchungs-

[1]) Diese Bezeichnung wird hier als Gegensatz zu Unterwuchs verwendet. Vgl. die genauere Bestimmung der Begriffe Oberstand und Unterwuchs weiter unten.

gebietes heute in auffallend hohem Masse die Kiefer vorherrscht und dass die Verteilung der Holzarten in den verschiedenen Revieren sehr gleichmässig ist. Da ein Teil der Bruchmoore, auf denen die Fichte vorherrscht, zu den produktiven Böden gerechnet ist, gibt die Abb. nicht an, in welchem Masse die Fichte auf den eigentlichen Heideböden vorherrscht. Doch lassen sich aus den statistischen Angaben für bestimmte Gebiete hierfür gewisse Schlüsse ziehen. So sind im Revier Salmi von der Gesamtfläche der Heidewälder nur 9.3 % vorherrschende Fichtenbestände.

Verteilung der Altersklassen. Abb. 4 (S. 29) zeigt die Verteilung der Altersklassen auf den produktiven Böden der Staatswälder des Untersuchungsgebietes. Wir ersehen daraus, dass die Altersklassen sehr ungleichmässig verteilt sind. Ein übereinstimmender Zug in allen Revieren ist, dass die jüngsten Altersklassen sehr spärlich vertreten sind, während (für finnische Verhältnisse) mittelalte und alte Bestände ungewöhnlich häufig sind.

Bezeichnend für das Verhältnis der alten und ziemlich alten Bestände zu den jüngeren ist folgende Berechnung. Wenn wir als Altersgrenze für das Gesamtgebiet der Staatsforsten 81 Jahre annehmen und berechnen, wie gross der Teil des produktiven Bodens ist, der auf die beiden Seiten dieser Altersgrenze entfällt, so erhalten wir für die jüngeren Wälder 42.8 %, für die älteren 57.2 %. Für einzelne Reviere kann dieses Verhältnis noch schärfer ausgeprägt sein. So erhalten wir für das Revier Loimola die Zahlen 36.6 % und 62.4 %. — Die Verteilung der Altersklassen zeigt, dass 44.4 % der Wälder des Untersuchungsgebietes ungef. 61—100-jährig sind. Dass die Bestockung dieser Wälder gerade in jenen Jahren erfolgt ist, deutet darauf hin, dass damals die Voraussetzungen für Verjüngung besonders günstig waren, wozu ohne Zweifel Waldbrände und Brandwirtschaft in hohem Grade beigetragen haben.

Schlussgrad. Wenn wir die Staatswälder in Grenz-Karelien mit den übrigen Forsten in S-Finnland vergleichen, so finden wir, dass sie sich in bezug auf den Schlussgrad im allgemeinen nicht besonders voneinander unterscheiden. Die Waldbrände haben natürlich die Bestände mehr oder minder stark gelichtet. Deshalb können einige Bestände lichter sein als sie unter normalen Verhältnissen wären. Natürlich hat auch infolge von Plenterschlag eine gewisse Durchlichtung stattgefunden. Doch macht sich der Einfluss der Waldbrände und Hiebe in sehr verschiedenem Grade geltend: Kahlflächen auf der einen Seite bis zu kaum berührten Beständen auf der anderen Seite. Im allgemeinen sind die letzteren mitteldicht und weisen einen Schlussgrad von 0.7—0.8 auf, doch sind auch in bezug auf Dichtigkeit voll naturnormale Bestände nicht selten.

Wachstumsverhältnisse. Die Wachstumsverhältnisse in den Hauptbeständen von Grenz-Karelien werden in dieser Untersuchung nicht näher behandelt, doch scheint es auf Grund anderer Untersuchungen (Ilvessalo, Y., 1927), als ob das Wachstum der dortigen Wälder im allgemeinen schwächer wäre als sonst in den südfinnischen Staatsforsten. Allerdings zeigt die Kiefer in ihrem Wachstum keine grossen Unterschiede, doch wächst die Fichte in Grenz-Karelien offenbar wesentlich schlechter als sonst in Südfinnland.

BESONDERER TEIL.

ÜBERSICHT ÜBER DIE BISHERIGE LITERATUR IN DER FRAGE DES UNTERWUCHSES.

(S. 34—61)

In Mitteleuropa, besonders in Deutschland, ist schon früh die Frage nach der Nützlichkeit oder Schädlichkeit des Unterwuchses aufgeworfen und hauptsächlich in Zeitschriften behandelt worden.

Nach Angaben von KAST (1889) finden sich die ersten wichtigeren Mitteilungen über Unterwuchs in der Literatur der 50 er Jahre des vorigen Jahrhunderts. Aber erst nachdem BURCKHARDT seine Aufsätze (1850, 1865) über das Schutzholz veröffentlicht hatte, griff man diese Frage energischer an. Der Unterwuchs hat nach BURCKHARDT den Hauptzweck, den Boden gegen allerlei schädliche Einflüsse zu schützen (»Bodenschutzholz»). Die Fichte eignet sich nach seiner Ansicht nicht besonders für Unterwuchs, doch erhöht die leichte Anbaumöglichkeit ihren Wert. — Auch HARTIG (1860) hält Fichtenunterwuchs nicht für sehr empfehlenswert. — Nach REBMANN (1879) ist Unterbau als solcher zwar im allgemeinen nützlich, doch eignen sich die Laubbäume dazu besser als die Nadelbäume. — GUSE (1880) setzt sich warm für Laubbaumunterwuchs ein, doch sind nach seiner Ansicht auch Versuche mit Fichtenunterwuchs nicht ganz negativ ausgefallen. — Für Unterwuchs unter gewissen Verhältnissen sprechen sich auch GERDES (1881) und SCHOTT (1882) aus.

Doch meldeten sich auch bald Gegner des Unterwuchses zu Worte und schliesslich verfocht eine ganze Gruppe von Forstleuten entschieden die Schädlichkeit desselben. Die Meinungsverschiedenheiten wurden recht lebhaft, besonders als BORGGREVE die Führung der Opposition übernahm. 1877 und vor allem 1883 griff er die Verteidiger des Unterwuchses an. Im letzteren Jahre veröffentlichte er in den »Forstlichen Blättern» seine 12 Thesen, in denen er erklärte, warum »Lichtungshieb mit Unterbau» schädlich sei. Ausschlaggebend dafür sei nämlich die Tatsache, dass der Unterwuchs Nährstoffe verbrauche, die für den Oberstand bestimmt seien, und so das Wachstum des letzteren hemme, eine Ansicht, die er durch vergleichende Untersuchungen zu stützen suchte. Auf BORGGREVES Seite stellten sich u. a. ZETSCHE und MICHAELIS, die auf Grund von Untersuchungen die Ansicht vertraten, dass der Oberstand in seinem Wachstum durch den Unterwuchs beeinträchtigt werde. — URICH (1884), KRAFT (1885) und REISS (1885) sprachen sich dagegen nicht mehr so entschieden gegen den Unterwuchs aus, sondern erklärten diesen unter gewissen Umständen für empfehlenswert. — Eingehender als die erwähnten Forscher untersuchte RUNNEBAUM (1885) diese Streitfrage. Seine Untersuchungen behandelten vorzugsweise Buchenunterwuchs in Kiefernwäldern. Neben dem eigentlichen Bestande wurde auch der Boden von ihm untersucht. Unter Hauptbestand mit Unterwuchs zeigte der Boden mehr organische Stoffe als dort, wo solcher fehlte. Diese Erscheinung erklärte RUNNEBAUM dadurch, dass die Streu von Kiefer und Buche mehr Nährstoffe bilde als nur die Nadeln der Kiefer. Der Reinertrag aus Beständen mit Unterwuchs war dementsprechend grösser als aus Beständen ohne solchen unter sonst gleichen Verhältnissen, was aus der verschiedenen Beschaffenheit der Bäume in den verschiedenen Beständen herrührte. — Auch FRÖMBLING (1886) ist nicht geneigt der Nährstofftheorie BORGGREVES allzu grosse Bedeutung beizumessen,

vor allem nicht für Unterwuchs in Eichenwäldern. Seine Untersuchungen zeigen im Gegenteil, dass der Unterwuchs günstige Wirkungen auf das Wachstum des Oberstandes ausübt. Ähnliche Ansichten vertritt WALTHER (1886). — KAST (1889) dagegen glaubt, dass Unterwuchs nicht besonders fördernd auf das Wachstum des Oberstandes einwirke. Die Bedeutung des ersteren liege darin, dass er dem Boden genügend Schutz gebe und auf die Form und Beschaffenheit des Oberstandes (Geradschaftigkeit, Astreinheit, Menge des Sommerholzes und damit das spezifische Gewicht usw.) einwirke. Während allgemein die Ansicht herrschte, dass der Unterwuchs gleichmässig über die ganze Fläche verteilt werden müsse, empfiehlt KAST horstweise Form. Die Fichte hält auch KAST für nicht besonders geeignet zum Unterbau. — Aus der sonstigen deutschen Literatur, welche diese Frage behandelt, sei noch ein Aufsatz von SCHMIDT (1890) erwähnt, der vor allem eine Übersicht über die früheren Anschauungen auf diesem Gebiete geben will, ferner WEDDINGS Artikel (1901) und BIEHLERS Veröffentlichung vom Jahre 1903. Letzterer untersucht die Frage, ob der Unterwuchs das Wachstum des Oberstandes beeinflusse, wobei er wie die früheren Untersuchungen zu dem Ergebnis kommt, dass der Unterwuchs von grosser Bedeutung sei, da er die Feuchtigkeit des Bodens erhalte, die Verrasung zurückhalte und die physikalischen Eigenschaften des Bodens verbessere. In Eichenbeständen der Bonität I ist ein Einfluss nach der einen oder anderen Seite nicht festgestellt worden, in Beständen der Bonität III hat dagegen Buchenunterwuchs das Wachstum der Eichen günstig beeinflusst. Dass Fichtenunterwuchs für das Wachstum von Kiefernoberstand schädlich sei, ist wenigstens für die Bonität I nicht festgestellt worden. Die Fichte selbst jedoch hat durch mässige Beschattung seitens der Lärche stark gelitten. Im übrigen verträgt nach BIEHLER die Fichte dauernde Beschattung, wie bei Kiefernoberstand gewöhnlich der Fall ist, besser als zeitweise. — KUNZE (1905) und VATER (1905) haben die Einwirkung von Fichtenunterwuchs in Eichenwäldern untersucht und sind zu den Ergebnissen gekommen, dass die Entfernung der Fichte aus einem Teile des Bestandes eine Steigerung des Flächenzuwachses von ungef. 0.5 % gegenüber dem unberührten Teile des Bestandes zur Folge hatte. Temperaturmessungen ergaben, dass die Temperatur im Waldboden (in 0.35 m Tiefe) ohne Unterwuchs besonders in den Sommermonaten höher war als in dem mit Unterwuchs bestandenen Boden. Anderseits zeigten Feuchtigkeitsmessungen, dass der Boden unter Unterwuchs wenigstens bis in 40 cm Tiefe trockener war als dort, wo Unterwuchs fehlte. — Nach THALERS (1910) Erfahrungen ist Buchenunterwuchs in Eichenwaldungen vorteilhaft und er empfiehlt Unterbau mit Buchen für solche Eichenbestände. — Die wertvollen Untersuchungen von WIEDEMANN (1923, 1924, 1925) behandeln allerdings nicht die Fichte als Unterwuchs, streifen aber im übrigen Fragen, die auch für den Unterwuchs von Wichtigkeit sind, weswegen sie in diesem Zusammenhange erwähnt sein mögen. WIEDEMANN hat u.a. den Zuwachsrückgang in Fichtenbeständen vor allem in den deutschen Staatsforsten untersucht und ist zu dem Ergebnis gekommen, dass Wachstumsstockungen durch Trockenheit verursacht werden, welche Störungen in der regelmässigen Humuszersetzung hervorruft. Die Stickstoffaufnahme der Fichten hört auf und sie leiden infolgedessen an Stickstoffhunger.

In S c h w e d e n hat man schon früh einer Erscheinung Aufmerksamkeit geschenkt, die besonders in Norrland häufig ist, dass nämlich die Fichte auf Kosten der anderen Holzarten Boden gewinnt. Das geschieht vor allem dadurch, dass die Fichte bei der Naturverjüngung sich unter die übrigen Holzarten als Unterwuchs drängt und dann später, wenn der Oberstand entfernt wird, die ganze Fläche beherrscht. Da dieser Vor-

gang auf den verschiedensten Standorten stattfindet, hat man festzustellen versucht, in welchen Fällen die Fichte in dieser Stellung zu belassen und wann sie zu beseitigen ist. Daneben fasste man auch die Beschaffenheit des Unterwuchses auf den verschiedenen Standorten und in den einzelnen Beständen ins Auge. — Schon OBBARIUS (1845) gibt in seinen Anweisungen zur Verjüngung der Fichte an, dass in alten Beständen häufig verkrüppelte Fichten vorkommen. Nach seiner Ansicht weisen manche von diesen beginnende Rotfäule auf, weswegen sie, wenn der Hauptbestand gehauen wird, am besten nicht stehen zu lassen seien. Denselben Standpunkt vertritt BJÖRKMANN (1877). HOLMERZ und ÖRTENBLAD (1886 a und 1886 b) haben in ihren eingehenden Untersuchungen über die Wälder Norrlands auch der Stellung der Fichte in diesen ihre Aufmerksamkeit geschenkt. Sie schildern, wie die Fichte zunächst als Unterwuchs vordringt und schliesslich die herrschende Holzart wird. Von den trockensten Standorten bleibt sie jedoch ausgeschlossen. Trotzdem hat die Fichte es verstanden viele trockene oder ziemlich trockene Standorte zu erobern, doch produziert sie in diesem Falle kein wirtschaftlich wertvolles Holz. — Gründlicher als die erwähnten Forscher hat CNATTINGIUS (1888) die Zukunftsmöglichkeiten von Fichtenunterwuchs untersucht. Es gebe kaum eine forstwissenschaftliche Frage, meint er, über die man so im klaren zu sein glaube wie darüber, dass die Fichte, wenn sie kürzere oder längere Zeit beschattet gewesen sei und den Krüppelfichten-(»marbuske»)-Habitus zeige, kein Sägeholz mehr geben könne. Aber dem sei längst nicht immer so. Seine Erfahrungen bewiesen im Gegenteil, dass solche Bäume sogar noch gute Sägestämme ergeben könnten. Man dürfe den »marbuske»-Habitus durchaus nicht als Krankheitsform ansehen. — Dagegen wandte sich ein Forscher unter der Signatur G. G. (1890), der zu dem Ergebnis gekommen war, dass solche »marbuske»-Stämme zu entfernen seien. — ASPEGRÉN (1898, 1902) hat ebenfalls das Auftreten der Holzarten in Norrland untersucht. Wenn auch nach seiner Ansichte die Fichte dort in manchen Fällen auf gewissen Standorten unbedingt zu entfernen ist, dürfe man doch nicht vergessen, dass die Fichte Typen und Varietäten aufweisen kann, die anzeigen können, wann sie zu entfernen ist und wann nicht. Bei Beurteilung dieser Frage müsse man ausserdem den stark wachsenden Bedarf an Papierholz berücksichtigen. — AMINOFF (1910) betont, dass die Kiefernbestände in Norrland, die Fichtenunterwuchs aufweisen, unter Wuchsstockungen leiden, welche neben manchen noch unbekannten Gründen auch durch Wurzelkonkurrenz veranlasst würden. — KEMPE (1910) warnt vor allzu schneller Entfernung der Fichte auf Hiebsflächen, denn auch verkrüppelter Unterwuchs könne häufig brauchbare Stämme liefern. STIERNSPETZ (1910) teilt nicht ganz diesen Standpunkt, sondern schlägt einen mittleren Weg bei der Beurteilung der Frage, ob verkrüppelter Fichtenunterwuchs auf Hiebsflächen auszuhauen sei, vor. — Ausführlicher als die erwähnten Forscher hat LOVÉN (1911) die Entwicklungsmöglichkeiten unterdrückter Nadelbäume untersucht. Interessant ist seine Beschreibung der äusseren Form einer unterdrückten Fichte. Ob dieser Baum auf Hiebsflächen zu entfernen ist oder nicht, hängt nach ihm von der Bedeutung lokaler Faktoren ab. — Nach Ansicht von BERONIUS (1917) kann der Übergang ungleichaltriger Bestände, Kiefern und darunter dichter Fichtenunterwuchs, in reine Kiefernbestände nicht ohne Gefährdung schon erreichter wirtschaftlicher Werte vor sich gehen. Deswegen sei die Fichte unter den dortigen Verhältnissen nach Möglichkeit zu erhalten.

Von russischen Veröffentlichungen, welche die Stellung der Fichte als Unterwuchs behandeln, sei die Arbeit von MOROSOW (1928) erwähnt, in der unterdrückte

Fichten beschrieben und Beobachtungen über ihr Erholungsvermögen u.a. mitgeteilt werden. Morosow empfiehlt die Fichte als Unterwuchs nur auf frischen Böden und für Gegenden mit grosser Niederschlags- und Feuchtigkeitsmenge.

In der finnischen Fachliteratur sind die Fichtenunterwuchswälder vorläufig noch kaum eingehender untersucht worden. Das beruht allerdings nicht auf mangelndem Interesse für diese Frage, denn in fast allen Veröffentlichungen über die Biologie der Fichte wird ihr natürlich Beachtung geschenkt. Schon Blomqvist (1891) gibt in seinem wertvollen Werke über die Fichte treffende Beobachtungen über die Lebensbedingungen dieses Baumes und über sein Auftreten als Unterwuchs. — Eingehend hat auch Heikinheimo (1915, 1922) diese Frage für Nordfinnland wie für die Brandwälder in Grenz-Karelien behandelt. In diesen Wäldern bildet nach ihm die Fichte fast ausnahmslos nur Unterwuchs oder wird durch andere Holzarten so stark beschattet, dass ihr Wachstum stockt. Doch lassen sich im Wachstum Unterschiede je nach der Art des Standortes feststellen.—In seinen vielseitigen Arbeiten hat auch Cajander (u.a. 1916) den Kampf zwischen den verschiedenen Holzarten in den finnischen Wäldern behandelt und gezeigt, wie die Fichte durch ihr Vermögen als Unterwuchs unter anderen Holzarten aufzukommen, diesen gegenüber im Vorteile ist. Auch die Fichtenunterwuchswälder in Grenz-Karelien werden von Cajander in seinem grundlegenden Werke (1917) behandelt. Später hat er (1921 b) die Vermutung geäussert, dass es sich hier um eine erbliche Standortsrasse handele, so weit es eine solche überhaupt gebe. — Auch Linkola (1916, 1917, 1921), hat das Auftreten der Fichte als Unterwuchs in den Wäldern nördlich vom Ladogasee untersucht und die grosse Bedeutung der Kulturfaktoren betont. — Von den übrigen finnischen Forschern, welche sich im Zusammenhang mit ihren sonstigen Studien mit dieser Frage befasst haben, seien Ilvessalo, Y. (1916), Ilvessalo, L. (1917), Multamäki (1919), Lakari (1920 a) und Tikka (1928) erwähnt.

UNTERSUCHUNGSMETHODE.

DEFINITION DES UNTERWUCHSES.

(S. 62—63)

Als Unterwuchs wird in der vorliegenden Arbeit der Fichtenteilbestand bezeichnet, wenn dieser neben dem Hauptbestand wachsend sich der Kronenschicht des Haupt- oder herrschenden Bestandes höchstens nähert, aber mit dieser noch nicht vermischt. Der Unterwuchs kann somit höher oder kürzer sein, was vom Alter, den Wachstumsverhältnissen usw. und davon abhängt, wie der Hauptbestand beschaffen ist, unter dem er wächst. Das Alter des Unterwuchses hat demnach keine entscheidende Bedeutung. Er kann jung oder verhältnismässig alt, gleichaltrig oder ungleichaltrig sein. Auch gegenüber dem Hauptbestande kann er verschiedenes Alter haben. In den meisten Fällen ist der Hauptbestand jedoch älter.

DIE VORBEREITENDEN ARBEITEN IM FELDE.

(S. 64—72)

Die Ergebnisse der vorliegenden Veröffentlichung fussen ausser auf den zahlreichen Bereisungen des Untersuchungsgebietes auf der Untersuchung besonderer Probeflächen. Für die Auswahl derselben kamen Bestände in Frage, welche besonders typisch für das Untersuchungsgebiet waren. Es wurde mithin an die Probebestände die Anforderung gestellt, dass in ihnen mindestens 1.3 m hohe Unterwuchsbäume einen volldichten Fichtenteilbestand bildeten. Die Volldichte in den Unterwüchsen kann verschiedenen Grad erreichen. Ein Bestand mit niedriger Stammzahl kann in gewissen Fällen schon ein geschlossenes Kronendach bilden, während in anderen Fällen die Stammzahl so hoch ist, dass man von Überdichte sprechen kann. In unsern vergleichenden Untersuchungen werden somit Unterwüchse, die in bezug auf Volldichte ziemlich ungleichwertig sind, nebeneinander gestellt.

Es war natürlich für die Zwecke unserer Untersuchung empfehlenswert nach Möglichkeit reinen Oberstand, wenn auch von verschiedener Dichte zu erhalten. Es wurde auch soweit möglich versucht solche Bestände ausfindig zu machen, aber da in erster Linie die Eignung des Unterwuchses als Probebestand ins Auge gefasst wurde, mussten in jener Beziehung hie und da Konzessionen gemacht werden.

Zunächst wurde die allgemeine Charakteristik der Probeflächen festgestellt und dabei die Lage, Exposition, Bodenart, Steinigkeit, Streudecke, Beschaffenheit des Bestandes genau notiert. Danach wurde der Waldtypus nach der Methode von CAJANDER bestimmt und die Anzahl der Stämme gesondert für den Oberstand und den Unterwuchs ermittelt. Die Stammzahl des Oberstandes wurde für die ganze Probefläche, Baum für Baum, ermittelt ebenso auch die Stämme des Unterwuchses, wenn der Bestand verhältnismässig licht war. In den meisten Fällen wurde jedoch davon abgesehen die Stämme des Unterwuchses einzeln zu zählen, da ein solches Verfahren bei der grossen Anzahl der Bäume und der erschwerten Bewegungsfreiheit sehr zeitraubend gewesen wäre, sondern es wurden die Stämme des Unterwuchses nach einer Art Ringtaxierung geschätzt. Zu diesem Zwecke wurden auf den Probeflächen, welche meist die Form eines Rechteckes von 25 × 50 m oder $^1/_8$ ha Grösse hatten (s. Abb. 5, S. 68), in regelmässigen vorher festgelegten Abständen 8 Kreisflächen angelegt mit einem Radius von 4.46 m. Die Gesamtfläche dieser Kreise auf einer Probefläche von angegebener Grösse betrug also $^1/_{20}$ ha oder 40 % der Probefläche. In diesen Berechnungskreisen wurden alle Bäume gezählt und danach die Anzahl der Stämme für die ganze Probefläche errechnet. Um zu zeigen, wie genaue Werte dieses Verfahren ergab, sei erwähnt dass die Anzahl der Stämme z.B. auf Probefläche 65 nach der Ringtaxierung sich von der Stammzahl nach Einzelzählung um ÷ 0.[illegible] % unterschied. — Neben der Zählung war auch die Messung der Unterwuchsbäume vorzunehmen. Der Durchmesser wurde in Klassen von 1 cm Intervall in genau 1.3 m Höhe gemessen, so dass Bäume, welche diese Höhe nicht erreichten, ungemessen blieben. Die Oberstandbäume wurden in der gleichen Höhe gemessen, aber mit einem Klassenintervall von 2 cm. Die Höhe der Unterwuchsbäume wurde mit 10 cm Genauigkeit direkt mit einem Stabe, die der Oberstandbäume dagegen mit Hilfe von Christen's Hypsometer gemessen.

So gleichmässig die Fichtenunterwuchswälder in Grenz-Karelien (wenigstens für eine Betrachtung nach dem Augenmasse) auch erscheinen mögen, so können wir bei

genauerer Musterung doch verschiedene Entwicklungsklassen unterscheiden. Genau genommen könnte man den Unterwuchs ebenso klassifizieren wie die herrschenden Bestände. Für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung hat sich die folgende Klassifikation als brauchbar erwiesen.

Oberstand

Unterwuchs
1. Herrschende Stämme
2. Zwischenstämme
3. Unterstämme

Die herrschenden Stämme des Unterwuchses sind Bäume, deren Krone den übrigen Unterwuchs überragt. Der untere Teil der Krone ist jedoch der seitlichen Beschattung des übrigen Unterwuchses unterworfen, der obere Teil aber ganz frei. Die herrschenden Stämme gehören also zu den höchsten Stämmen des Unterwuchses.

Die Krone der Zwischenstämme ist meist nach obenhin frei, da die ziemlich kleine Krone der herrschenden Stämme sie nicht zu überschirmen vermag. Dagegen werden die Bäume dieser Klasse durch die herrschenden Stämme seitlich beschattet.

Die Unterstämme werden ganz durch die Kronen der Bäume der vorhergehenden Klassen überschirmt und auch seitlich beschattet. Zu dieser Klasse gehören in den untersuchten Beständen Stämme von $1._3$ m Höhe und darunter. Wie schon erwähnt wurde, werden jedoch später bei der Behandlung des Materiales nur die Stämme von wenigstens $1._3$ m Höhe herangezogen.

Über allen diesen Unterwuchsklassen steht der Oberstand. Dieser beschattet den Unterwuchs je nach seiner Beschaffenheit in mehr oder minder hohem Masse. Eine Entwicklungsklassifizierung wurde jedoch für diesen nicht versucht, sondern nur die allgemeine Bezeichnung Oberstand verwendet.

Besonders sorgfältig wurde das Alter der Unterwuchsbäume bestimmt. Da die dabei verwendeten Methoden am besten später im Zusammenhang mit den Altersuntersuchungen besprochen werden (vgl. S.), sei hier auf diese Frage nicht näher eingegangen.

DIE PROBEFLÄCHEN.

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG.

(S. 75—83)

Wie schon oben erwähnt wurde, fussen diese Untersuchungen, was die Bonität des Waldbodens betrifft, auf den Waldtypen. Da in unserem Untersuchungsgebiete beste Heideböden sehr selten vorkommen und sich auf schlechteren keine typischen Fichtenunterwuchswälder bilden, kommen hier nur einige Waldtypen in Frage. Untersucht wurden Unterwuchswälder vom Oxalis-Myrtillus- (OMT), Myrtillus- (MT) und Vacciniumtypus (VT) Die Probeflächen verteilten sich auf die verschiedenen Waldtypen folgendermassen: OMT 10, MT 34 und VT 29 Probeflächen. S. 75—83 werden die untersuchten Probeflächen näher beschrieben.

BODENVEGETATION.

(S. 83—91)

Die Abhängigkeit der Bodenvegetation in bezug auf Zusammensetzung und Art von dem Walde zeigt sich in mancherlei Weise, wie in der einschlägigen Literatur häufig betont worden ist. Es sei u.a. auf folgende Arbeiten hingewiesen: NORRLIN (1871), HULT (1885), BLOMQVIST (1891), CAJANDER (1909, 1921 a, 1922, 1926), LINKOLA (1916), KUJALA (1921, 1926 b), ILVESSALO, Y. (1922), PALMGRÉN, A. (1922 a, 1922 b), HEIKINHEIMO (1922), HILDÉN (1926), TIKKA (1928), SCHIFFEL (1906), WIEDEMANN (1924), RUBNER (1925), LUNDEGÅRDH (1925), HESSELMAN (1926 a). — Die dichten Unterwuchswälder in Grenz-Karelien zeigen die Abhängigkeit der Bodenvegetation vom Walde besonders deutlich. In den dortigen Wäldern ist die Moosdecke fast überall ganz geschlossen, wenn sich auch in der Zusammensetzung derselben Unterschiede je nach den Waldtypen finden. Auf OMT, der sich auf den frischesten Böden findet, kommt *Hylocomium triquetrum* ziemlich häufig vor. *H. parietinum* und *H. proliferum* und daneben *Ptilium crista castrensis* sowie die *Dicranum*-Arten sind jedoch meist bestimmend. Auf MT tritt *H. triquetrum* seltener, aber immerhin noch ziemlich häufig auf. Nur für einige Probeflächen wurde diese Art nicht vermerkt. Die übrigen *Hylocomium*-Arten sind dagegen sehr zahlreich vertreten. *H. proliferum* und *H. parietinum* bilden die eigentliche Moosdecke. Gewöhnlich treten beide Arten ungef. gleich häufig auf, durchschnittlich vielleicht die erstere etwas mehr. *Ptilium crista castrensis* und die *Dicranum*-Arten, vor allem *D. undulatum*, bilden gewöhnlich neben den *Hylocomium*-Arten die Moosdecke. Auf VT findet sich *H. triquetrum* nur ganz zufällig in einigen der frischesten Senken. *H. proliferum* und *H. parietinum* treten häufig auf, die letztere Art vielleicht im Durchschnitt häufiger. Sonst unterscheidet sich die Moosdecke nicht wesentlich von der auf MT, ausser vielleicht dadurch, dass sie im allgemeinen trockener ist, was hauptsächlich durch das Fehlen von *H. triquetrum* und das Vorhandensein von Flechten (*Peltidea aphthosa*) bedingt wird.

Hinter der üppigen Moosdecke treten die Gräser und Kräuter stark zurück. Auf weiten Flächen finden sie sich gar nicht oder nur sehr spärlich. Doch sind in dieser Beziehung Unterschiede für die einzelnen Waldtypen festzustellen. Auf OMT treten sowohl Gräser wie Kräuter häufiger auf als auf MT und VT. Die gewöhnlichsten Gräser sind *Calamagrostis arundinacea*, *C. epigeios* und *Aira flexuosa*. Bemerkenswert ist, dass die Gräser auf OMT häufig blühen, während sie dagegen auf MT und VT meist steril sind. Kräuter finden sich am meisten auf OMT. Erwähnt seien *Majanthemum bifolium*, *Convallaria majalis*, *Rubus saxatilis*, *Pyrola minor*, *P. secunda*. *M. bifolium* und *C. majalis* treten auch auf MT und vereinzelt auf VT auf, doch kommen sie hier im allgemeinen nicht zum Blühen. Auch sonst sind sie verkümmert, der Stengel kurz und die Blätter besonders bei *Convallaria* klein. *Solidago virgaurea* scheint die Pflanze zu sein, welche auch in sehr dichten Fichtenunterwüchsen auf allen untersuchten Waldtypen zu gedeihen vermag, auf MT und OMT allerdings kommt sie häufiger und üppiger vor als auf VT. Bemerkenswert ist, dass diese Art in ziemlich grossem Schatten zum Blühen kommt. Als Charakterpflanze in Fichtenunterwuchswäldern erscheint auch *Linnaea borealis* und zwar gewöhnlich in Gruppen (vgl. KUJALA 1926 b). Auch diese Pflanze vermag in ziemlich grossem Schatten Blüten zu entwickeln. *Oxalis acetosella* wurde auf den Probeflächen nicht angetroffen. Diese Art fehlt zwar nicht ganz im

Untersuchungsgebiet, ist aber, worauf schon LINKOLA (1921) hingewiesen hat, hier selten. Auch KUJALA (1926 b) erwähnt, dass *Oxalis* nicht auf allen dieser Art zusagenden Standorten vorkommt, was man am deutlichsten in dem Wasserscheidengebiet nördl. vom Ladogasee feststellen könne, wo diese Art auf weiten Flächen sich nicht findet. So ist es nicht verwunderlich, dass *Oxalis* auf so kleinen Flächen wie unseren Probeflächen fehlt.

Ebenso wie die Kräuter und Gräser sind auch die Reiser in den Fichtenunterwüchsen selten. Doch gibt es keine Probefläche, wo sie ganz fehlen. Es kommen vor allem die Preiselbeere und Heidelbeere sowie hie und da Heidekraut in Frage. Der Anteil der beiden ersteren schwankt auf den verschiedenen Waldtypen. Auf OMT und MT findet sich die Heidelbeere häufiger als die Preiselbeere, auf VT dagegen umgekehrt, wenn auch auf diesem Typ und auf MT der Unterschied in dem Verhältnis der beiden Reiserarten nicht sehr gross ist. Auf VT trifft man stellenweise Heidekraut, allerdings im allgemeinen verkümmert und steril. Auch die Preisel- und Heidelbeere ist gewöhnlich, besonders auf VT und MT, nicht im Stande Blüten zu entwickeln. — Für die Häufigkeit der verschiedenen Pflanzenarten auf jeder Probefläche sei auf das Pflanzenverzeichnis (S. 75—83) verwiesen.

Wegen der teilweise anormalen Zusammensetzung der Bodenvegetation ist die Bestimmung der Waldtypen in den Fichtenunterwüchsen in Grenz-Karelien mit gewissen Schwierigkeiten verknüpft. Doch zeigt die Bodenvegetation auch unter diesen besonderen Verhältnissen immer noch die für jeden Waldtyp charakteristischen Züge, die eine Bestimmung desselben ermöglichen. Ausser den verschiedenen Pflanzenarten als solchen ist auch ihre Frequenz und ihr allgemeines Gedeihen zu beachten.

DIE VERBREITUNG DER UNTERWUCHSWÄLDER IM UNTERSUCHUNGSGEBIETE.

DAS ALLGEMEINE VORKOMMEN.

(S. 91—96)

Die Verbreitung der Fichtenunterwüchse zeigt die Karte im Anhang, auf der die heutigen Unterwuchsgebiete eingetragen sind. Da die Karte in kleinem Massstab gezeichnet werden musste, liessen sich auf ihr leider keine Einzelheiten darstellen. Was die Markierung anbetrifft, so ist darauf hinzuweisen, dass in den als Fichtenunterwuchsgebieten bezeichneten Gegenden natürlich nur die festen Böden in Frage kommen, dass aber auf der Karte stellenweise auch ausgedehnte Weissmoor-, Reisermoor- und Bruchmoorflächen, wo sich kein Fichtenunterwuchs findet, durch dunklere Färbung oder Schraffierung markiert sind. Ebenso können in einer Gegend, die auf der Karte als Fichtenunterwuchsgebiet bezeichnet ist, grössere oder kleinere Heiden ohne Unterwuchs vorkommen. Diese konnten nicht besonders bezeichnet werden, da sie so klein sind, dass sie den Charakter der betr. Gegend nicht bestimmen. Die Karte gibt ausserdem die Dichtigkeit der Fichtenunterwuchswälder wieder. In den durch gitterförmige Schraffierung bezeichneten Gegenden findet sich reichlicherer und dichterer Unter-

wuchs als in den einfach schraffierten. In den Staatswaldungen, die nur durch dunklere Färbung charakterisiert sind, kommt Fichtenunterwuchs gar nicht oder nur so spärlich vor, dass er keine wesentliche Bedeutung hat. Privatländereien berücksichtigt die Karte nicht.

Die Karte zeigt, dass für den grössten Teil der Staatsländereien des Untersuchungsgebietes heute die Fichtenunterwuchswälder charakteristisch sind. Ganz allgemein sind sie im Revier Salmi, wo auch ihre Struktur besonders typisch ist. Das trifft vor allem für die Waldungen im Kirchspiel Salmi zu. Der E-Teil der Waldungen von Impilahti schliesst sich in bezug auf den Unterwuchs unmittelbar diesen an, der westliche Teil ist dagegen auf der Karte als unterwuchsfreies Gebiet bezeichnet. Ein sehr ausgedehntes, einheitliches mit Fichten bestandenes Gebiet ist die Gegend in den südlichen Teilen der Kirchspiele Suistamo und Suojärvi zu beiden Seiten der Eisenbahn nach Suojärvi. Auch hier sind die Unterwuchswälder im allgemeinen dicht und haben fast alle Heideböden erobert. Ein ähnliches Zentrum dichter und ausgedehnter Unterwuchswälder haben wir in den westlichen Teilen der Staatsländereien im Kirchspiel Soanlahti und teilweise im Kirchspiel Korpiselkä sowie in der SE-Ecke des Reviers Süd-Suojärvi.

Neben diesen Gebieten mit dichterem Unterwuchs finden wir weite Flächen mit lichteren Unterwuchsbeständen. Zu diesem Typ gehören in der Hauptsache die Staatsländereien in den Kirchspielen Korpiselkä, Suojärvi und teilweise auch Suistamo, Gebiete, die auf der Karte durch einfache Schraffierung markiert sind. Doch sind auch hier die Unterwuchswälder recht häufig und in waldbaulicher Beziehung beachtenswert. Der Unterwuchs ist schon heute so stark, dass er das Gebiet in Besitz nehmen wird, sobald der jetzige Oberstand gehauen wird. Ausser in bezug auf die Beschaffenheit der Bestände unterscheiden sich die Gebiete, welche mit lichterem Unterwuchs bestanden sind, auch dadurch von den Gebieten mit dichteren Unterwuchswäldern, dass sie häufiger Böden ohne Fichten — grössere Heiden mit reinen Kiefernwäldern — aufweisen, die sich aber auf der Karte nicht darstellen liessen. — Zwischen gewissen Waldböden und dem Auftreten von Unterwuchswäldern im Untersuchungsgebiete lässt sich eine deutliche Abhängigkeit feststellen. *Die Unterwuchswälder haben sich hauptsächlich dort konzentriert, wo frische und ziemlich frische Heiden (Moränenböden) vorherrschen, umgekehrt fehlen dort, wo die trockenen Heiden* (eigentliche Sandheiden) *überwiegen, Unterwuchswälder ganz oder kommen nur in begrenzter Ausdehnung vor.*

Eine bessere Übersicht über das Auftreten von Fichtenunterwuchswäldern auf den einzelnen Standorten als die obige Einteilung geben die Waldtypen. *Auf dem Cladina-Typus* (ClT), der allerdings nur in sehr beschränktem Umfange vorkommt, *scheint die Fichte nicht aufkommen zu können.* Zwar kann man auch hier vereinzelte Individuen treffen, doch bedeuten sie wohl kaum eine besondere Gefahr etwa für die Kiefer, die ohne Kampf mit der Fichte die Flächen zu behaupten vermag. Auch der Calluna-Typus (CT) wird durch die Kiefer beherrscht. Zwar gelingt es der Fichte hier Fuss zu fassen, doch bleibt ihr Wuchs licht und verkümmert. Wenn eine CT-Heide ziemlich gross ist, vermag die Fichte nur an den Rändern Fuss zu fassen, wo frischere Böden vorherrschen und vielleicht schon ein anderer Waldtypus als in dem Hauptteil der Heide dominiert. Das trifft für die eigentlichen Unterwuchsgebiete, vor allem aber dort zu, wo die Verbreitung der Fichte auf Heiden

im allgemeinen seltener ist. Wenn die Heiden vom CT ziemlich grosse, einheitliche Flächen bilden, so werden sie vollständig von der Kiefer beherrscht, und es finden sich dann kaum vereinzelte Fichtenindividuen (vgl. Abb. 6 und 7).

Anders verhält es sich dagegen mit dem VT. Auf Böden von diesem Typus scheint die Fichte allgemein im Vordringen begriffen zu sein, da sie hier einen grossen Teil der heutigen Unterwuchswälder des Untersuchungsgebietes bildet (vgl. Abb. 8 und 12). Wenn sich die Verhältnisse ungestört weiter entwickeln können, gewinnt die Fichte hier auf Waldböden vom VT die Oberhand, wenn auch die Entwicklung nach dieser Richtung verhältnismässig langsam vor sich geht. Auch dann, wenn Böden von diesem Typ weite Flächen bilden, hat die Fichte dabei gewisse Schwierigkeiten zu überwinden. Sie bleibt lange Unterwuchs und vermag lange Zeit keinen Samen zu produzieren; bisweilen treten äussere Faktoren ein, welche sie vernichten usw. In Wirklichkeit gelingt es darum der Fichte wohl nie alle Böden vom VT in Besitz zu nehmen.

In noch grösserem Masse als der VT bestockt sich der MT mit Fichten (vgl. Abb. 13—14). Der Hauptteil der heutigen Fichtenunterwuchswälder unseres Untersuchungsgebietes entfällt auf diesen Typus. Die Fichte fasst hier leichter als auf VT Fuss und kehrt offenbar trotz aller Gegenmassnahmen immer wieder auf diese Böden zurück. — Die Verbreitung der Fichte auf OMT und besseren Böden geht natürlich noch leichter vor sich als auf MT.

Dieser Kampf um die Vorherrschaft zwischen den einzelnen Holzarten kann natürlich nicht ungestört vor sich gegangen sein, sondern der natürliche Verlauf der Entwicklung ist durch mancherlei Faktoren unterbrochen worden. Welche Bedeutung diese für die Beurteilung des Auftretens der heutigen Unterwuchswälder haben, geht aus dem Folgenden hervor.

EINWIRKUNG VON WALDBRAND UND BRANDWIRTSCHAFT.

(S. 96—102)

Waldbrände haben in den Staatsforsten von Grenz-Karelien wie auch sonst in Finnland, in früheren Zeiten ungewöhnlich häufig stattgefunden. Dafür liegen überall zahlreiche Anzeichen vor. Unter dem Torf finden wir auf Heideböden recht häufig Kohle und verkohlte Baumstümpfe und an noch lebenden Bäumen Brandflecken. Nach manchen Anzeichen zu schliessen waren noch vor 80—100 Jahren die Waldbrände bedeutend grösser als heute. Die Besiedelung war zwar damals noch spärlicher als heute, aber die Menschen waren zur Ausübung von Jagd, Fischerei und Brandwirtschaft gezwungen längere Streifzüge in das unbewohnte Hinterland zu unternehmen. So konnten durch unvorsichtiges Hantieren mit dem Feuer auch in weiterer Entfernung von bewohnten Gegenden Waldbrände entstehen, und wenn das Feuer einmal ausgebrochen war, nahm es ungehindert seinen Verlauf, da es entweder an Löschmannschaften fehlte oder man sich nur dann um seine Bekämpfung bemühte, wenn menschliche Ansiedelungen direkt bedroht waren. Meilenweit wurden so die Wälder oft ein Opfer des Feuers. — Doch macht sich die Wirkung der Waldbrände nicht in gleicher Weise bei allen Holzarten geltend. Kiefernwald ist zwar im allgemeinen leichter durch Feuer

bedroht als Fichtenwald, weil Kiefernbestände meist auf trockenen Böden auftreten, doch leidet die Kiefer besonders in höherem Alter weniger unter Feuer als die Fichte, welche gewöhnlich schon durch einen leichteren Waldbrand vernichtet wird (vgl. Abb. 15). Eine Folge davon ist, dass die Waldbrände die Ausbreitung der Kiefernwälder in ganz Finnland wie auch in Grenz-Karelien begünstigt haben, wie aus der Verteilung der Holzarten in den herrschenden Wäldern des Untersuchungsgebietes (Abb. 3, S. 27) deutlich hervorgeht. Die Fichte hat in früheren Perioden, wo grosse Waldbrände stattfanden, hauptsächlich auf solchen Standorten Fuss zu fassen vermocht, die selten oder nur schwach durch Feuer bedroht wurden. — Als zweiter die Ausbreitung der Fichte hemmender Faktor ist hier die früher ganz allgemein betriebene Brandwirtschaft zu erwähnen (HEIKINHEIMO, 1915). Dieser fielen allerdings alle Holzarten zum Opfer, da aber vorzugsweise frische Böden, die reichlich mit Fichten bestockt waren, zum Schwenden gewählt wurden, mussten viele ursprüngliche Fichtenwälder so verschwinden.

Seitdem dieses Gebiet der geordneten waldwirtschaftlichen Tätigkeit des Staates unterstellt ist, hat die Entwicklung eine andere Richtung genommen. Die Brandwirtschaft im alten Sinn hat ganz aufgehört und die Feuerabwehrmassnahmen sind gegen früher wirksamer geworden, so dass die Waldbrände nicht mehr einen solchen Umfang annehmen wie in früheren Zeiten. So haben beispielsweise in den Jahren 1923—1927 in unserem Untersuchungsgebiete im Durchschnitt jährlich 226.53 ha gebrannt, eine Fläche, die für finnische Verhältnisse relativ klein ist, wenn man den Umfang der Staatsländereien bedenkt. Eine Folge davon ist, dass die Fichte auf Heideböden wieder hat Boden gewinnen können. Doch ist die Zeit, welche seit der eigentlichen Periode der Brandwirtschaft vergangen ist, so kurz, dass ein grosser Teil der heutigen Fichtenbestände sich erst im Unterwuchsstadium befindet. Der Teil der Staatsländereien, der mit Fichtenunterwuchs bestanden ist, hat gegen früher zugenommen und ist augenblicklich grösser als vielleicht je zuvor.

EINWIRKUNG DER HIEBE.

(S. 103—105)

Neben den Waldbränden sind als Faktoren, welche auf die allgemeine Verbreitung des Fichtenunterwuchses einwirken, auch die Hiebe zu erwähnen. — Solange die Absatzverhältnisse in den Staatsforsten von Grenz-Karelien schlecht waren, herrschte hier vorzugsweise Plenterbetrieb. Rodungen auf der Hiebsfläche zum Zweck der Verjüngung kamen kaum vor, so dass Fichtenunterwuchs, der dort gewachsen war, fast unberührt blieb. Die früheren Hiebe haben somit die Ausdehnung der Fichtenunterwuchswälder nicht gehindert, sondern im Gegenteil diese in der Stellung, die sie auf den Hiebsflächen erobert hatten, noch gestärkt. — Der Bau der Bahnlinie nach Suojärvi hat diese Verhältnisse nun grundlegend verändert. Denn seitdem hat man umfangreiche Rodungen der Hiebsflächen vornehmen können um die Verjüngung sowohl auf natürlichem wie auf künstlichem Wege zu erleichtern. Diese Rodungen der Hiebsflächen werden heute in verschiedener Weise ausgeführt. Man haut z.B. den Fichtenunterwuchs, der auf

einer Hiebsfläche stehen geblieben ist, sowie andere zum Verkauf untaugliche Bäume sorgfältig aus und schwendet dann, oder man lässt den Unterwuchs und die schlechten Bäume stehen und brennt dann (Abb. 16—19). Auf diese Weise fällt heute ein bedeutender Teil der Unterwuchses. Nach statistischen Angaben sind in den Jahren 1923—27 im Untersuchungsgebiete im ganzen 7,936.47 ha gerodet worden. Diese Fläche war allerdings nicht ganz mit Fichtenunterwuchs bestockt. Im Hinblick auf die allgemeine Verbreitung der Unterwuchswälder lässt sich jedoch sagen, dass mindestens die Hälfte derselben, wahrscheinlich aber mehr, von ihnen beherrscht war. Selbst wenn man bei vorsichtiger Schätzung annimmt, dass nur die Hälfte der erwähnten Fläche Unterwuchs trug, müssen die Rodungen recht umfangreich gewesen sein. So lässt sich mit ziemlicher Sicherheit vermuten, dass die heute auf den Hiebsflächen stattfindenden Rodungen die Verbreitung der Fichtenunterwuchswälder stärker hemmen als Waldbrände.

Wir wissen nicht genau, wie schnell heute der Unterwuchs ein Gebiet erobert. Wahrscheinlich ist dies früher, wenigstens für eine absolute Fläche, schneller geschehen als in der letzten Zeit. Die für die Fichte günstigen Böden sind nämlich schon früher von dieser besetzt worden, so dass sie später nur auf Böden, die schwerer zu erobern sind, oder auf verhältnismässig kleinen, später entstandenen Brandflächen sich hat ausbreiten können. Die Flächen, auf denen in der letzten Zeit Waldbrände stattgefunden haben oder Hiebe vorgenommen sind, dürften darum zusammen genommen grösser sein als diejenigen, welche heute von der Fichte erobert werden. Aus diesem Grunde hat aller Wahrscheinlichkeit nach die Gesamtfläche der Fichtenunterwuchswälder im Untersuchungsgebiete schon ihr Maximum erreicht und wird von jetzt ab vermutlich wieder abnehmen, soweit die Rodungen auf den Hiebsflächen auch in Zukunft denselben Umfang haben wie heute.

DIE MUTTERWÄLDER DES UNTERWUCHSES.

(S. 105—108)

Wegen der grossen Verbreitung der Fichtenunterwuchswälder im Untersuchungsgebiete interessiert uns vor allem die Frage, woher diese stammen. Wir sahen schon oben bei der Verteilung der Holzarten, einen wie geringen Anteil die Fichtenbestände an den Heideböden als herrschenden Wäldern haben und dass dies durch häufige Waldbrände und Brandwirtschaft bedingt war. Die Heidefichten können deshalb kaum in grösserem Umfange die Entstehung der Unterwuchswälder veranlasst haben, sondern wir haben die Mutterwälder auf den Bruchmoorböden zu suchen, die immer mit Fichtenwäldern bestanden gewesen sind. — Bei näherer Betrachtung stellt man bald fest, dass die mit Fichten bestandenen Bruchmoore und die Fichtenunterwuchswälder im Untersuchungsgebiete in ursächlichem Zusammenhange stehen und zwar so, dass die Fichte sich von den Bruchmooren aus, wohin sie sich infolge von Waldbränden und Brandwirtschaft hatte zurückziehen müssen, nach den Heideböden verbreitet hat. Dieser Vorgang ist dadurch erleichtert worden, dass grosse Teile des Untersuchungsgebietes zu dem karelischen Moorkomplex gehört, der reichlich Bruchmoore aufweist (vgl.

S. 197). Wo nur wenig Bruchmoore sich finden, da sind auch die Unterwuchswälder nicht so häufig und dicht wie in Gegenden mit reichlich Bruchmooren. Wenn die Bruchmoore und damit die samentragenden Fichten weit genug entfernt sind, können die Unterwuchswälder ganz fehlen. — Das eben Gesagte darf im allgemeinen als Regel gelten, doch finden wir nicht nur in unmittelbarer Nähe von Bruchmooren Unterwuchswälder. Ziemlich häufig sind Fälle, wo die Sümpfe an den Rändern der Heiden mit Kiefern bestandene Reisermoore oder baumlose Weissmoore sind, und doch finden wir auf der Heide dichten Fichtenunterwuchs. Oft hat aber auch dann das Reisermoor einen bruchmoorartigen Rand, auf dem Fichten wachsen, die dann die Mutterbäume des Unterwuchses auf der Heide sein können. Nicht selten weist die Heide jedoch Unterwuchs auf, ohne dass samentragende Fichten in der Nähe wachsen. So kann man auf einer Heideinsel mitten in einem offenen Weissmoor reichlich Fichtenunterwuchs antreffen, dagegen keine Samenbäume. Der Unterwuchs kann also in gewissen Fällen auch in weiterer Entfernung von den Mutterbäumen entstehen.

DIE ÖRTLICHE VERBREITUNG DER UNTERWUCHSWÄLDER.

DAS VORKOMMEN IN DEN VERSCHIEDENEN TEILEN DERSELBEN HEIDE.

(S. 108—113)

Wie oben schon gezeigt wurde, spielt die Entfernung, besonders dann, wenn sie gross ist, für die Beschaffenheit des Fichtenunterwuchses eine Rolle Aber auch wenn der Mutterwald neben oder verhältnismässig nahe bei dem Unterwuchs steht, lässt sich der Einfluss der Entfernung beobachten. Im folgenden soll darum die Verteilung der Unterwuchsbäume auf die verschiedenen Teile der gleichen Heide untersucht werden, die wir örtliche Verbreitung zum Unterschied von der früher behandelten allgemeinen Verbreitung nennen wollen.

Abb. 21 (S. 108) zeigt die gewöhnlichste Art der Verteilung des Unterwuchses auf Heiden. Am dichtesten ist der Unterwuchs meist am Rande der Heide in der Nähe des Bruchmoores. Nach der Mitte der Heide hin wird er im allgemeinen lichter, bis er dann nach dem anderen Rande zu wieder dichter wird, vorausgesetzt, dass auch dort ein Bruchmoor liegt.

Wie weit sich eine solche Differenzierung geltend macht, hängt von mancherlei Umständen ab. In erster Linie spielen natürlich die Vorgänge bei der Besamung eine Rolle. Die Samenmenge, die Höhe der Samenbäume und ihre Entfernung sind Faktoren von ausschlaggebender Bedeutung. Deshalb kann z.B. in gewissen Fällen ein besonders dichter Unterwuchs sich auf eine schmale Zone beschränken, während er in anderen Fällen sich weiter über die Heide ausdehnt. Auf kleineren Heiden kann man oft überhaupt keinen Unterschied beobachten, sondern der Unterwuchs ist auf der ganzen Heide gleichdicht.

Wenn die Heide mit schwacher Neigung aus den umgebenden Mooren ansteigt und sonst die Verhältnisse die gleichen gewesen sind, lässt sich kein wesentlicher Unterschied in der Verbreitung des Unterwuchses auf den verschiedenen Abhängen feststellen. Dagegen scheint der Unterwuchs auf den N- und E-Abhängen von höheren Osen gewöhnlich etwas dichter zu stehen als auf der S- und W-Seite. Abb. 20 zeigt einen solchen Fall aus dem Revier Nord-Suojärvi Der E-Abhang des von N nach S verlaufenden

Rückens ist ziemlich reichlich mit Fichten bestockt, der W-Abhang trägt dagegen nur einige. Die Mutterwälder sind in beiden Fällen ziemlich gleich weit entfernt. Diese Erscheinung ist noch nicht genügend erklärt. Bei höheren Osen mit verhältnismässig steilem Rande kann die Bodenfeuchtigkeit auf den nach E gelegenen Abhängen grösser sein als auf der entgegengesetzten Seite, wo die Strahlungsintensität der Sonne und damit auch die Trockenheit des Bodens höher ist.

Beispiele für verschiedenartige Verbreitung des Unterwuchses über die einzelnen Teile einer Heide bietet uns unser Untersuchungsgebiet zur Genüge. Im folgenden mögen einige Beispiele für die drei näher untersuchten Waldtypen angeführt werden. Alle Probeflächen sind $^1/_4$ ha gross, genau quadratisch und den Randteilen von Heiden entnommen, wo der Oberstand gleichmässig über die ganze Fläche verteilt ist, so dass er sich überall ziemlich in dem gleichen Masse hat geltend machen können. Für jede Kreisreihe ist die Stammzahl gesondert vermerkt. Die einzelnen Kreisreihen sind je nach ihrer Entfernung von dem Bruchmoore mit den Ziffern I—IV bezeichnet. Der Abstand zwischen jeder Reihe beträgt 12.5 m. Gezählt wurden nur Unterwuchsbäume von mindestens 1.3 m Höhe.

Beispiel 1. Probefläche Nr. 42. VT. — Abb. 22 (S. 110) zeigt die Form der Probefläche, die Verteilung der Berechnungskreise und die Lage der Heide im Verhältnis zum Bruchmoore. — Wir können feststellen, dass in diesem Falle die Abnahme der Unterwuchsbäume von dem Bruchmoore nach der Heide ziemlich regelmässig vor sich geht. Wenn wir die Zahl der Unterwuchsbäume in der Kreisreihe I gleich 100 setzen, so ist die entsprechende Zahl für die folgenden Reihen 88, 71 und 57. Der Abstand der Kreisreihe I vom Bruchmoore beträgt ungef. 16.0 m, die der folgenden Reihen ungef. 28.5, 41.0 und 53.5 m. In einer Entfernung von ungef. 53.5 m vom Rande des Bruchmoores finden wir also nur etwas mehr als die Hälfte der Bäume, die in ungef. 16.0 m Entfernung wachsen.

Beispiel 2. Probefläche Nr. 39. MT. Abb. 23 (S. 111). — Auch hier können wir beobachten, wie die Stammzahl des Unterwuchses auf der nach dem Bruchmoor zu gelegenen Seite der Heide grösser ist. Die Kreisreihe I, deren Entfernung vom Bruchmoore durchschnittlich ungef. 20 m beträgt, weist die meisten Bäume auf. Die folgenden Reihen, die ungef. 32.5, 45.0 und 57.5 m entfernt sind, haben ungefähr die gleiche Anzahl Bäume. In einer Entfernung von ca. 32.5 m vom Bruchmoore setzt also in diesem Falle eine ziemlich gleichmässige Verteilung der Bäume auf der Fläche ein und hält bis zum anderen Rande der Probefläche oder bis zu einer Entfernung von ungef. 57.5 m vom Bruchmoore an. Die Zahlen für Reihe II sind etwas kleiner als für die folgenden Reihen, obgleich man eigentlich das Umgekehrte erwarten sollte. Das kann zum Teil darauf beruhen, dass die Verteilung der Stämme in diesen Naturbeständen nicht immer ganz regelmässig ist, vor allem dürfte jedoch in unserem Beispiel ein kleiner Felsenhang, auf den einige Kreise der zweiten Reihe fielen, das Ergebnis beeinflusst haben (vgl. das Profil in Abb. 23).

Beispiel 3. Probefläche Nr. 47. OMT. — Es seien noch einige Zahlen für diesen Typus angegeben. Die Form der Probefläche und die Verteilung der Berechnungskreise ist die gleiche wie bei den vorigen Beispielen. — Die Entfernung der einzelnen Reihen von dem benachbarten Bruchmoore beträgt: I ungef. 12 m, II ungef. 24.5 m, III ungef. 37.0 m und IV ungef. 49.5 m. Die Stammzahl ist entsprechend 100, 55, 47, und 35. — Die Beispiele zeigen also, was man bei der Musterung von Fichtenunterwuchs sogleich feststellt, d a s s d i e S t a m m z a h l i n d e m s e l b e n U n t e r w u c h s p r o

Flächeneinheit im allgemeinen verschieden ist und zwar je nach dem Abstand des Mutterwaldes bei sonst gleichen Verhältnissen. Je weiter der Mutterwald entfernt ist, um so weniger Bäume pro Flächeneinheit und umgekehrt. Schon in einer Entfernung von ungef. 50 m kann unter normalen Verhältnissen die Stammzahl um die Hälfte vermindert sein. Von dieser Regel gibt es natürlich zahlreiche Ausnahmen nach der einen oder anderen Seite. Sie trifft auch nicht bei einem Vergleich von verschiedenem Unterwuchs zu, wo wir, wie später zu zeigen sein wird, starke Verschiedenheiten in der Stammzahl feststellen können, auch wenn der Abstand vom Mutterwalde der gleiche ist.

DER EINFLUSS DES OBERSTANDES AUF DAS VORKOMMEN DES UNTERWUCHSES.

(S. 113—123)

In dem örtlichen Auftreten des Unterwuchses in Grenz-Karelien spielt der Oberstand, und zwar vor allem die jeweilige Holzart, eine grosse Rolle. Dort, wo der Oberstand aus reinem Fichtenwald besteht oder auch nur Mischwald ist, in dem die Fichte dominiert, ist der Fichtenunterwuchs im allgemeinen schwach oder fehlt ganz. Diese Erscheinung ist auch anderwärts beobachtet und in der Literatur erwähnt worden vgl. z.B. Blomquist, 1891, Schiffel, 1906, Heikinheimo, 1922). Als Grund wird gewöhnlich angegeben, die Beschattung unter dem Oberstand sei so gross, dass der Unterwuchs darunter leide. Natürlich kann dieser Umstand von grosser Bedeutung sein, aber oft erscheint eine solche Erklärung unbefriedigend, denn Fichtenunterwuchs fehlt auch dort unter Fichtenoberstand, wo die Beleuchtung kein Hindernis bilden dürfte (vgl. Abb. 21, S. 108). Die meisten Fichtenunterwuchswälder in Grenz-Karelien haben sich dagegen in Kiefern- oder Birkenwäldern oder aus diesen Holzarten bestehenden Mischwäldern gebildet. Wenn im folgenden das Verhältnis der Fichtenunterwuchsbäume zu den Oberstandbäumen einer näheren Beleuchtung unterzogen werden soll, so beziehen sich die Angaben auf Bestände, wo im Oberstand nur ausnahmsweise Fichten vorkommen.

Für die räumliche Ordnung von Oberstand und Unterwuchs in den Wäldern des Untersuchungsgebietes seien im folgenden einige typische Beispiele gegeben. Abb. 24 a (S. 116) und 24 b (S. 118) geben zwei Berechnungskreise von Probefläche Nr. 14, MT wieder. Die Lage der Kreise auf der Probefläche geht aus dem Index unter Abb. 24 a hervor. Die Probefläche ist eine ziemlich niedrige, kleine Heide, die an beiden Seiten durch ein Fichtenbruchmoor begrenzt wird. Die Fichte hat sich also unter besonders günstigen Bedingungen über die Heide verbreiten können. Der Oberstand besteht aus schlanken, fast volldichten Kiefern mit schwacher Birkenbeimischung. Oberstand und Unterwuchs sind ziemlich gleichaltrig, die Altersbestimmungen ergaben für den ersteren ein Alter von 94, für den letzteren von 92 Jahren. Der Unterwuchs ist sehr dicht, Bäume von mindestens 1.3 m Höhe wurden 29 880 pro ha errechnet. In den Abb. sind jedoch alle Bäume in die Kreise eingezeichnet. Wenn Oberstand und Unterwuchs gleichzeitig entstanden sind, hat von Anfang an ein Kampf um den Wuchsraum zwischen ihnen stattgefunden. Die Kiefer hat dabei wegen ihres schnelleren Wachstums schon früh die

Oberhand gewonnen, so dass sie wenigstens in ihren oberirdischen Wachstumsanforderungen nicht durch die Fichte benachteiligt wird. Diese ist dagegen hinter der Kiefer im Wachstum zurückgeblieben und hat so den grössten Teil ihres Lebens im Schatten oder wenigstens unter dem Oberstand wachsen müssen. In einer 90-jährigen Zeitperiode ist die Entwicklung schon so weit fortgeschritten, dass in der räumlichen Ordnung der eventuelle Einfluss des Oberstandes sich geltend machen müsste. Die Baumkarte zeigt aber, dass die Lage der Unterwuchsbäume nicht durch die Oberstandbäume beeinflusst sein kann. Man findet sie innerhalb der Kronenprojektion — in diesem Falle der Kiefern — ja sogar in unmittelbarer Nähe der Stämme, wie ausserhalb derselben. Bezeichnend sind auch die Stellen, wo abgestorbene Bäume auftreten. Diese scheinen nämlich nicht nur durch Oberstandbäume unterdrückt zu sein, sondern auch in weiterer Entfernung von diesen. Die ziemlich gleichmässige Verteilung der abgestorbenen Bäume über die Kreisfläche zeigt, dass die natürliche Lichtung in der Hauptsache durch die eigene Entwicklung des Unterwuchses und nicht durch einen besonderen Einfluss des Oberstandes auf einige Unterwuchsindividuen veranlasst ist. In sofern als der Oberstand die Entwicklung des ganzen Unterwuchses beinflusst, ist er natürlich auch von Bedeutung für das Absterben der Fichten.

Wenn wir von dem Einfluss sprechen, den der Oberstand durch seine B e s c h a t t u n g gegebenenfalls auf die räumliche Ordnung des Unterwuchses ausübt, dürfen wir natürlich nicht nur an Kronenprojektionen denken, wie sie etwa Abb. 24 a zeigt, wo die Kronen der Oberstandbäume in dem Kreisen vielleicht nur einen Teil desselben beschatten. Wenn auf der ganzen Probefläche keine anderen Bäume ständen, würde der Unterwuchs in dem Berechnungskreise wahrscheinlich von dem direkten Sonnenlicht erfasst werden, denn die Kronen der Oberstandbäume sind hoch genug. Auf der Probefläche und ausserhalb derselben stehen aber in diesem Falle die Oberstandbäume fast ebenso dicht wie in dem auf der Karte wiedergegebenen Teile, so dass der Unterwuchs in dem Kreise auf jeden Fall durch den Oberstand beschattet wird.

Abb. 24 b (vgl auch den Index S. 116) zeigt den benachbarten Berechnungskreis auf der gleichen Probefläche (Nr 14). Auch hier fallen in den Kreis eine Reihe von Oberstandbäumen, während der Unterwuchs bedeutend lichter ist als im vorigen Falle, sich aber sonst gleichmässig ohne besondere Gruppierung über die ganze Fläche auf die Oberstandbäume oder ihre Kronenprojektionen verteilt. Wenn eine gewisse Gruppierung festzustellen ist, kann sie kaum vom Oberstand herrühren, sondern nur durch den Zufall bedingt sein. Was die Gruppierung der abgestorbenen Bäume in diesem Kreise betrifft, so können wir feststellen, dass sich diese auf die gleichen Stellen konzentrieren wie die lebenden Stämme, was auf besonders reichliche Besamung an diesen Stellen hinweist. Die lichteren Stellen auf der Karte geben auch in diesem Falle keine Lücken an, sondern auch hier ist das Kronendach des Unterwuchses ziemlich vollständig geschlossen.

Abb. 25 (S. 119) gibt eine Baumkarte von Probefläche Nr 19, OMT. Hier besteht der Oberstand aus volldichtem, schlankem und gleichaltrigem Birkenwald der teils durch Besamung, teils durch Stockausschlag entstanden ist. Die Anzahl der Bäume pro ha beträgt 1 544 St., das Alter 56 Jahre, die mittlere Höhe ungef. 15 m. Das Alter des Unterwuchses betragt 44 Jahre, die Anzahl der Stämme von mindestens 1.3 m Höhe pro ha 11 360 St. Die Abb. zeigt jedoch alle lebenden Bäume und von den abgestorbenen die, welche noch deutlich zu erkennen sind. — Der Altersunterschied zwischen dem Oberstand und Unterwuchs beträgt in diesem Falle 12 J. Der Oberstand

hat also einen beträchtlichen Vorsprung gegenüber dem Unterwuchs gehabt. Nach der Analyse eines mittleren Stammes des Oberstandes hatte dieser mit 12 Jahren eine Höhe von 2.7 m. Wahrscheinlich ist der Oberstand immer volldicht gewesen, so dass die Stammzahl früher grösser war als heute. Anzeichen für natürliche Lichtung finden wir sowohl auf der ganzen Probefläche wie auch in dem Teil, den die Abbildung wiedergibt. Überall liegen vermorschte Stämme auf dem Boden oder stehen vertrocknete Bäume. In diesen volldichten, damals ungef. 2—3 m hohen Birkenbestand ist die Fichte eingedrungen. Heute ist der Unterwuchs zwar ziemlich ungleichmässig verteilt, doch dürfte dies mehr auf Zufall beruhen. Eine deutliche räumliche Beziehung zu den Bäumen des Oberstandes lässt sich nicht feststellen. Gegenüber den früheren Beispielen haben wir hier viel weniger abgestorbene Bäume. Dies ist vielleicht so zu erklären, dass die Stämme von Anfang an nicht sehr dicht gestanden haben. Ebenso wahrscheinlich ist aber auch, dass der Hauptkampf um den Wuchsraum schon so früh stattgefunden hat, dass die abgestorbenen Stämme nicht mehr sichtbar sind. Die Verbreitung der Fichte ist durch die Verhältnisse besonders begünstigt worden, denn die der Probefläche benachbarte Heide ist heute und früher mit besamungsfähigen Fichten bestanden gewesen.

Abb. 26 (S. 120) gibt eine Baumkarte von Probefläche Nr 25, VT, mit Oberstand und Unterwuchs. — Der Oberstand besteht aus schlankem, ziemlich reinem Kiefernwald im Stangenholzalter. Der Unterwuchs hat sich ziemlich regelmässig über die ganze Fläche verteilt, also auch dort gebildet, wo Oberstandbäume stehen. — Auch auf Grund von anderen Beobachtungen können wir feststellen, dass die Fichtenunterwuchswälder auf den Staatsländereien in Grenz-Karelien in ihrer räumlichen Ordnung ziemlich unabhängig vom Oberstande sind.

Die Fichte scheint sich in ihrer Fähigkeit Unterwuchswälder zu bilden und in ihrer räumlichen Beziehung zu den Oberstandbäumen anders zu verhalten als die Kiefer. Zur Erklärung dieser Erscheinung wird vor allem auf das verschiedene Lichtbedürfnis der beiden Holzarten hingewiesen. Dann hätte natürlich die Kiefer in den Teilen des Untersuchungsgebietes, wo wir unter dem Oberstand reichlich Fichtenunterwuchs finden, keine grossen Aussichten mit dem letzteren zu konkurrieren. Wir haben in unserem Gebiete alte und mittelalte Kiefernwälder, wo die Fichte nicht den Unterwuchs bildet, aber wir finden dort auch keine jungen Kiefernpflanzen, obwohl der Oberstand durchaus besamungsfähig ist Dagegen scheint die Fichte ohne irgendwelche biologischen Hindernisse solche Stellen in Besitz zu nehmen, denn anderswo hat sie entsprechende Bestände und ähnliche Standorte erobern können. Wir dürfen also das verschiedene Lichtbedürfnis der Kiefer und Fichte als ausschlaggebend ansehen. Unter gleichen Beleuchtungsverhältnissen vermag die Fichte als Unterwuchs aufzutreten, die Kiefer dagegen nicht. — Doch können auch andere Faktoren mitspielen. Einige Forscher, z.B. Schiffel (1906), haben beobachtet, dass keine Holzart unter dem Kronendach der eigenen Spezies fortkommen kann. Das trifft insofern auch für unser Untersuchungsgebiet zu, als z.B., worauf oben schon hingewiesen wurde, Fichtenunterwuchs nicht unter Fichtenoberstand auftritt. Häufig und besonders auf mit Fichten bestandenen Bruchmooren ist aber der Oberstand ziemlich licht, so dass das Fehlen von Unterwuchs nicht durch Beschattung veranlasst sein kann. Auch in Nord-Finnland sind die Fichtenbestände vom Dickmoostyp so licht, dass das Lichtbedürfnis wenigstens der Fichte unter dem Hauptbestande genügend befriedigt sein dürfte (Aaltonen, 1919,

Heikinheimo, 1922), und doch weisen sie nur wenig Fichtenpflanzen auf. Der Grund ist wohl in der Wurzelkonkurrenz zu suchen, die gerade in geringen Böden gross ist. Doch ist Wirkung derselben unter den verschiedenen Verhältnissen noch nicht genügend untersucht. Neben manchen anderen Faktoren ist die Verteilung der Nährstoffe auf die verschiedenen Bodenhorizonte zu beachten. Gewisse Prozesse in dem Standort, wie Auswaschung, Lage und Art der Humusschicht usw. können z.B. in einigen Bodenschichten eine Anreicherung von Nährstoffen, in anderen wiederum eine Verarmung derselben veranlassen. Wenn ein Standort mit der gleichen Holzart bestockt ist, dürfen wir als sehr wahrscheinlich annehmen, dass das Wurzelsystem derselben in die gleichen Schichten dringt. In diesem Falle gestaltet sich natürlich die Wurzelkonkurrenz heftiger als wenn die Wurzeln verschiedene Tiefe erreichen. So kommt z.B. die Fichte als Unterwuchs auf schon von der gleichen Holzart besetzten Standorten, vor allem wenn diese gering sind, nicht gut fort. Anders verhält es sich dagegen mit Fichtenunterwuchs in Kiefern- und Birkenwäldern. Die Wurzelsysteme der Kiefer und Birke dringen bekanntlich in tiefere Bodenschichten (vgl. u.a. Laitakari, 1927) als die vorzugsweise als Unterwuchs auftretende Fichte, deren Wurzelwerk, wie wir später sehen werden, sehr flach ist. Deswegen braucht die Wurzelkonkurrenz zwischen Oberstand und Unterwuchs nicht besonders stark zu sein, und der letztere kann sich darum ziemlich unabhängig von dem Oberstand über den Standort verteilen.

ALTERSUNTERSUCHUNGEN.

BESTIMMUNG DES ALTERS.

(S. 124—132)

Das Alter eines wachsenden Baumes lässt sich nach verschiedenen Methoden ermitteln. In Kulturbeständen bestimmt man das Alter nach der Zeit, die seit der Begründung des Bestandes durch Saat oder Pflanzung vergangen ist, in Naturbeständen schätzungsweise nach der Zahl der Astquirle oder der Jahresringe. Für die hier in Frage stehenden Fichtenunterwuchswälder wurde die letztere Methode verwandt.— Bekanntlich enthält diese Methode eine Reihe von Fehlerquellen, die um so grösser sind, je langsamwüchsiger der Bestand ist. Schon die genaue Feststellung der Stelle, wo die Altersbestimmung vorgenommen werden soll — gewöhnlich am Wurzelhals — bereitet gerade bei der Fichte Schwierigkeiten. Bei ganz kleinen Stämmen kann der Wurzelhals dicht am Boden sich befinden, wenn der Stamm jedoch wächst, wachsen auch die Wurzeln in die Dicke und heben den Wurzelhals über seine ursprüngliche Lage empor. Noch stärker aber wird der Wurzelhals bei der Fichte durch die Bildung von Adventivwurzeln gehoben. Die Bestimmung des Alters an diesem sekundären Wurzelhals ist dann fehlerhaft und zwar um so mehr, je langsamer der Baum in den ersten Jahren gewachsen ist. Welche Fehler bei der Altersbestimmung der Fichtenunterwuchswälder in unserem Untersuchungsgebiet durch Hebung des Wurzelhalses entstehen können, möge durch einige Beispiele erläutert werden.

Abb. 43 (S. 179) zeigt einen Wurzelstock von Probefläche Nr 9. Wir sehen hier deutlich zwei Wurzelhälse, einen primären (in der Abb. mit I bez.) und einen sekundären (in der Abb. mit II bez.), der 20 cm höher liegt als der erstere. An der Schnittstelle I beträgt die Anzahl der Jahresringe 58, an der Schnittstelle II 48, so dass wir für das Alter

des Baumes einen verschiedenen Wert erhalten, je nach der Stelle, an der wir die Bestimmung vornehmen. — Auch in Abb. 44 (S. 179) von Probefläche Nr. 14 können wir deutlich zwei Wurzelhälse feststellen, zwischen denen ein wurzelfreier Teil, eine Art »Hals« liegt. An der Schnittstelle I wurden 96, an der Schnittstelle II 90 Jahresringe gezählt. Zwischen dem primären und dem sekundären Wurzelhals ist ein Abstand von 12 cm. — Abb. 42 (S. 178) von Probefläche Nr. 22 zeigt uns ebenfalls ein Beispiel, wo das Altersmaximum unterhalb des heute sichtbaren Wurzelhalses liegt. Die Entfernung der beiden Schnittpunkte beträgt 15 cm, der Altersunterschied allerdings nur 2 Jahresringe. — Abb. 40 (S. 178) zeigt noch einen Fall von Probefläche Nr. 40, wo Schnitt an verschiedenen Wurzelhälsen eine verschiedenes Alter ergeben. Unmittelbar über dem Mineralboden wurden 88 Jahresringe gezählt, 12 cm höher an einer deutlichen Wurzelhalsbildung nur 86, so dass auch hier auf 12 cm nur 2 Jahresringe entfallen. Auch in dem Teil des Wurzelstockes, der im Mineralboden lag, zeigten sich Ansätze zu Wurzelhalsbildungen, doch ergab eine Bestimmung der Jahresringe an diesen Stellen beträchtlich niedrigere Werte. An einer Verzweigung ungef. 6 cm unter der Oberfläche des Mineralbodens wurden nur 47 Jahresringe ermittelt.

Durch Adventivwurzeln gebildete, sekundäre Wurzelhälse sind in den Fichtenunterwuchswäldern des Untersuchungsgebietes sehr häufig. Da die Wurzelstockbildungen in dieser Beziehung jedoch ziemlich gleichartig sind, möge es bei den angeführten Beispielen sein Bewenden haben. — Im allgemeinen scheinen die Schnitte unmittelbar an der Grenze des Mineralbodens die höchsten Alterswerte zu ergeben. Dies braucht jedoch nicht immer der Fall zu sein, wie aus Abb. 42 hervorgeht, wo die höchste Ringzahl sich unterhalb dieser Grenze findet. In diesem Falle scheint das Gewicht des Baumes die Senkung des Wurzelhalses veranlasst zu haben.

Aber nicht alle an sekundäre Wurzelhälse erinnernde Bildungen sind solche. Bisweilen können wir das Altersmaximum an dem weiter oben befindlichen Wurzelhals feststellen, auch wenn sich unterhalb desselben eine entsprechende Bildung zeigt. Einen solchen Fall haben wir in Abb. 47 (S. 179), wo wir einen Wurzelhals an der Mineralbodengrenze sehen. Die Bestimmungen der Jahresringe an dem in Abb. 47 wiedergegebenen Stamm ergaben an der Bodengrenze 52, an dem Wurzelhals unterhalb derselben 46 Ringe. Die untere Wurzelhalsbildung ist also allem Anschein nach nicht der untere Stammteil, sondern eine Stelle, die durch Wurzelgabelung entstanden ist und an einen Wurzelhals erinnert. Abb. 46 (S. 179) zeigt einen ähnlichen Fall, bei dem aber noch einige weitere Momente für die Alterbestimmung zu beachten sind. Ein Schnitt unmittelbar über der Bodengrenze ergab 75 Jahresringe. Oberhalb dieser Stelle findet sich noch eine kleine Adventivwurzel, aber ein eigentlicher Wurzelhals liess sich über dem Mineralboden nicht feststellen, so dass der Basalteil des Stammes am Wurzelhals liegen muss. Ein 13 cm über der ersten Schnittfläche vorgenommener Schnitt ergab jedoch 79 Jahresringe, also 4 mehr als an dem primären Wurzelhals. In solchen Fällen ist das Ergebnis der Altersbestimmung an der Bodenfläche offenbar zu niedrig. Derartige Erscheinungen findet man bei langsamwüchsigen Bäumen im allgemeinen ziemlich häufig (vgl. Abb. 31, S. 129, wo die obere Schnittfläche desselben Stammes wiedergegeben ist). Eine ähnliche Erscheinung ist u.a. von Lakari (1915) bei Kiefernpflanzen auf trockenen Heiden in Nord-Finnland festgestellt worden, und Heikinheimo (1920) hat auf eine Reihe von Fällen bei Fichten hingewiesen, wo oberhalb des Wurzelhalses mehr Jahresringe festgestellt wurden als an demselben.

Auch wenn man den wirklichen Wurzelhals ermittelt, ergibt ein Schnitt an dieser

Stelle nicht ohne weiteres das richtige Alter des betr. Stammes. Die Altersbestimmungen werden häufig durch undeutliche Ausbildung, Ausfall und Verschmelzung der Jahresringe sowie durch Doppelringe erschwert. Wir wollen im folgenden diese Erscheinungen, soweit sie sich in den Fichtenunterwuchswäldern von Grenz-Karelien zeigen, näher ins Auge fassen. — Gewöhnlich sind die Grenzen der Jahresringe hier deutlich ausgebildet, wenn das Holz auch bisweilen sehr engringig sein kann. Deswegen ist die Altersermittelung, wenigstens bei Verwendung einer entsprechenden Vergrösserung, nicht schwer, doch hängt das natürlich jeweils von dem verschiedenen Dickenwachstum der Stämme ab. Bei dem grössten Teile der untersuchten Bäume liess sich das Alter trotz des allgemein langsamen Wachstums derselben mit dem blossen Auge oder mit einer einfachen Lupe ermitteln. Bei einigen höheren Bäumen und vielen Unterstämmen waren die Jahresringe jedoch so eng, dass das Mikroskop verwendet werden musste. In solchen Fällen konnte die Zählung der Ringe natürlich nicht im Walde vorgenommen werden. — Für die Abb. 27—31 (S. 128—129), welche die Dichte der Jahresringe bei Unterwuchsbäumen zeigen, ist zur Vermeidung von Missverständnissen darauf hinzuweisen, dass sie eher ein Bild davon geben, wie der Basalteil der am langsamsten erwachsenen Unterwuchsbäume beschaffen sein kann, als dass sie den Bau der Jahresringe der Unterwuchsbäume im allgemeinen charakterisieren. Gewöhnlich ist die Ausbildung der Jahresringe weiter oben so deutlich, dass ihre Ermittelung keine nennenswerten Schwierigkeiten bieten dürfte. — So gewöhnlich bei den kleinsten (unter 1.3 m) oder absterbenden Unterwuchsbäumen der Ausfall der Jahresringe auch sein kann, so kommt er doch wenig bei den Stämmen mit mindestens Brusthöhendurchmesser vor, vor allem kaum bei den Stämmen, die zur Ermittelung des Alters dienten. Auch bei Wachstumsfehlern scheinen sich wenigstens an einer Seite des Stammes deutliche Jahresringe gebildet zu haben.

Allgemeiner als die Erscheinungen des Ringausfalles und der Ringverschmelzung sind bei den am langsamsten erwachsenen Unterwuchsbäumen die stellenweisen Ringverdichtungen. Ein Unterwuchsbaum mit schlechtem Wachstumsgang zeigt oft einen exzentrischen oder sonstwie unregelmässigen Basalschnitt (vgl. Abb 28, S. 128). Die Jahresringe auf der breiteren Seite des Schnittes können dann verhältnismässig breit und deutlich sein, auf der schmaleren dagegen drängen sie sich fast zusammen. Besonders bei Untersuchungen mit dem blossen Auge oder mit schwacher Vergrösserung scheint das oft der Fall zu sein Wenn man jedoch ein stärkeres Vergrösserungsglas verwendet, stellt man in manchen Fällen fest, dass die haarfeinen Jahresringe auch an den dichtesten Stellen doch deutlich getrennt voneinander verlaufen. — Bei der Altersermittelung wurden die Ringe gewöhnlich auf der Seite bestimmt, wo sie am deutlichsten ausgebildet waren. — Bisweilen lassen sich bei Stämmen auch Doppelringe beobachten, die nach Heikinheimo (1920a) hauptsächlich bei raschwüchsigen Bäumen vorkommen sollen. An den langsam erwachsenen Unterwuchsbäumen in Grenz-Karelien habe ich dagegen solche Bildungen nicht feststellen können.

Wir haben noch kurz zu untersuchen, wie gross die Fehler sind, welche durch die erwähnten Fehlerquellen bei der Altersermittelung entstehen können. Die untersuchten Unterwuchsbäume waren im allgemeinen klein. Ihr Durchmesser variierte am Wurzelhals zwischen 2—8 cm, einige Stämme waren etwas grösser. Bei solchen Stämmen liegt der durch Verdickung der ursprünglichen Wurzeln entstandene sekundäre Wurzelhals nicht viel höher als der primäre. Auf Grund der Untersuchungen von Heikinheimo (1920 a) und mit Berücksichtigung der Tatsache, dass der Höhenzuwachs der

Unterwuchsbäume in den ersten Lebensjahren mehr als 1 cm beträgt, würde die Altersbestimmung am sekundären Wurzelhals 4—5 Jahre mehr als das wirkliche Alter ergeben haben. Nun wurde das Alter nicht am sekundären Wurzelhals, sondern so tief wie möglich ermittelt. Gewöhnlich wurde der Stamm an der Grenze des Mineralbodens so gesägt, dass auch die Wurzelbasen noch abgeschnitten wurden. Oft wurde der Stamm gefällt, bevor der Querschnitt vorgenommen wurde. Es lässt sich also annehmen, dass man auf diese Weise dem primären Wurzelhals ziemlich nahe kommt. Soweit die Altersbestimmungen allein hierauf beruhen, dürfte der vermutete Fehler, 4—5 Jahre, nicht zu klein, eher zu gross sein. Der undeutlichen Ausbildung oder dem Ausfall der Jahresringe und Doppelringbildungen brauchen wir für die Altersbestimmungen in unseren Untersuchungen ebenfalls keine allzu grosse Bedeutung beizumessen. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, dass diese keine Fehler enthielten. Das Alter eines stehenden Stammes lässt sich ja nur in seltenen Fällen absolut genau bestimmen. Trotzdem sich die Grösse des Fehlers nicht genau angeben lässt, können wir doch sagen, dass selbst im schlimmsten Falle die Fehler bei der Altersbestimmung 10 Jahre nicht überschreiten. Der mittlere Fehler dürfte unter 5 Jahren liegen. Da die Fehler gewöhnlich negativ sind, sind die ermittelten Alterswerte eher zu niedrig als zu hoch.

GLEICHALTRIGKEIT UND UNGLEICHALTRIGKEIT UND IHRE URSACHEN.

(S. 133—137)

Naturwälder sind selten gleichaltrig, wenn man darunter die Gleichaltrigkeit aller Stämme des Bestandes versteht. Auch wenn diese Gleichaltrigkeit im strengsten Sinne vorhanden wäre, liesse sie sich wohl kaum mit den zur Verfügung stehenden Mitteln feststellen. Je nach den Zwecken, welche die Altersbestimmung verfolgt, bezeichnet man aber auch in verschieden grossem Masse voneinander abweichende Bestände als gleichaltrig. In der praktischen Waldtaxierung werden in Süd-Finnland gewöhnlich 20-jährige Altersklassen verwandt, in wissenschaftlichen Untersuchungen die Alterklassen jedoch bisweilen enger gefasst. So wird in der vorliegenden Arbeit eine 10-jährige Altersklassifizierung zu Grunde gelegt. — Im folgenden werden wir auf Grund der Altersbestimmungen für jede Probefläche näher untersuchen, in welchem Grade die Unterwüchse unseres Untersuchungsgebietes gleich- oder ungleichaltrig sind. Die Altersuntersuchungen beziehen sich nur auf den Teil des Unterwuchses, der eine Höhe von mindestens 1.3 m erreicht hat. Die tabellarische Aufstellung auf S. 133—134 gibt eine Reihe von Beispielen für das Alter von herrschenden, Zwischen- und Unterstämmen und das arithmetische Mittel aus diesen Werten. Das Altersmaximum wurde gewöhnlich bei den herrschenden Bäumen festgestellt, dann folgten die Zwischenstämme und schliesslich die Unterstämme. Diese Regel trifft jedoch nicht im einzelnen zu, sondern ziemlich allgemein zeigen die Zwischenstämme ein ebenso hohes, wenn nicht sogar bisweilen höheres Alter als die herrschenden Stämme. Dasselbe ist bei den Unterstämmen der Fall. Unter ihnen finden wir Beispiele (Probefläche 3), wo das Altersmaximum für den Unterwuchs der ganzen Probefläche bei einem Unterstamme angetroffen wurde.

Die Ungleichaltrigkeit der Unterwuchsstämme kann durch verschiedene Ursachen bedingt sein. Bisweilen ist der Unterschied nur scheinbar. In Wirklichkeit nämlich können manche Stämme, die heute verschiedenaltrig zu sein scheinen, aus einem Samenjahr

stammen, was aber wegen Fehler bei der Altersbestimmung nicht zum Ausdruck kommt. Wahrscheinlich lässt sich jedoch grössere Altersdifferenz auf verschiedene Besamung zurückführen. Auch die Samenruhe kann dabei eine Rolle spielen. Vor allem scheint es, als ob die heutigen Unterwuchsbäume etwas später als die übrigen Bäume auf der betr. Fläche angekommen wären.

Trotz teilweiser Altersunterschiede bei einzelnen Stämmen und Berücksichtigung der Fehler bei der Altersbestimmung müssen die untersuchten Unterwüchse wenigstens vom praktischen Standpunkt aus als gleichaltrig bezeichnet werden.

Der Unterwuchs ist, wie oben gezeigt wurde, nach Waldbränden oder Schwendungen entstanden. Wenn die Fläche vorher mit Fichtenunterwuchs bestanden war, wurde dieser natürlich durch das Feuer vernichtet. Dann begann die Fichte von einem in der Nähe liegenden Bruchmoor, das vom Feuer verschont geblieben war, oder in selteneren Fällen von einigen unversehrten Randbäumen der Heide aus die Brandfläche wieder zu bestocken. Wie wir weiter unten sehen werden, kann die Fichte nicht unmittelbar nach Waldbränden oder Schwendungen angekommen sein, sondern es muss, je nach den Umständen, eine mehr oder minder lange Zeit vergangen sein. Sobald sich aber die Verhältnisse einmal günstig gestaltet hatten, scheint die Bestockung mit Fichten ziemlich schnell vor sich gegangen zu sein, weswegen der Unterwuchs verhältnismässig gleichaltrig ist. Wahrscheinlich ist die Eroberung einer Fläche durch Fichtenunterwuchs auf ein oder mehrere, kurz hintereinander erfolgte Samenjahre zurückzuführen. Wenn der Fichtenunterwuchs auf diese Weise eine Fläche erobert hat, kann aus späteren Samenjahren kaum noch ein neuer Pflanzenbestand entstehen, denn die älteren Pflanzen haben gegenüber den jüngeren einen so starken Vorsprung, dass diese wegen zu starker Beschattung und Wurzelkonkurrenz seitens der älteren sich nicht genügend entwickeln können und die später keimenden Pflanzen zu Grunde gehen. So bleibt ein verhältnismässig gleichaltriger Unterwuchs übrig. Die Unterwüchse zeigen deutliche Spuren dieser Entwicklung. In allen, besonders den dichteren Beständen findet man häufig abgestorbene Stämme. (Vgl. Abb. 24 a, S. 116 und 24 b, S. 118). Ein Teil von diesen besteht aus Bäumen, die zu dem älteren Unterwuchs gehörten, aber durch natürliche Ausscheidung entfernt wurden, der übrige Teil entstammt jedoch dem jüngeren Pflanzenbestand, der sich nicht zu entwickeln vermochte. Auf manchen Probeflächen trifft man ausserdem noch heute kleine kümmernde Stämme, die gegenüber den eigentlichen, mindestens 1.3 m hohen Unterwuchsbäumen einen so starken Altersunterschied aufweisen, dass dieser nicht auf Fehlern bei der Berechnung beruhen kann, sondern auf die tatsächlichen Verhältnisse zurückzuführen ist. Die kleinsten Individuen, die eine Höhe von nur 10—30 cm haben, wachsen oft fast in der Moosdecke, so dass sie erst entstanden sein können, nachdem sich diese gebildet hatte.

Wenn auch die typischen Unterwüchse des Untersuchungsgebietes verhältnismässig gleichaltrig sind, so braucht das doch nicht in allen Unterwüchsen der Fall zu sein. Oben wurde schon darauf hingewiesen, wie das Alter eines auf der gleichen Fläche entstandenen Unterwuchses durch die Entfernung des Mutterwaldes bestimmt sein kann. Wenn dieser weiter entfernt ist, entsteht Unterwuchs nur allmählich, denn in solchen Fällen ergeben die ersten Samenjahre gewöhnlich keinen so dichten Bestand, dass nicht noch Raum für Pflanzen aus späteren Besamungen wäre. Die Bildung von Unterwuchs dauert so lange, bis die ganze Fläche bestockt ist. Diesen Vorgang kann

man auch auf einer grösseren Heide in der Nähe des Mutterwaldes feststellen. An den Rändern der Heide entsteht schneller und in kürzerer Zeit ein fast gleichaltriger Unterwuchs, aber mitten auf der Heide genügt eine Besamung zur Bildung eines volldichten Unterwuchses nicht, sondern hier muss neuer Samen hinzukommen, aus dem sich dann weiter Bäume entwickeln können. So zeigt der Unterwuchs in der Mitte der Heide grössere Altersunterschiede als an den Rändern derselben. Natürlich lassen sich hier keine schroffen Grenzen ziehen, sondern die Unterschiede machen sich nur allmählich geltend. Im allgemeinen kann man feststellen, dass der Fichtenunterwuchs um so lichter ist, je ungleichaltriger er ist. Das stimmt durchaus zu der Feststellung, die wir oben machen konnten, dass Fichtenpflanzen unter grösseren Fichten nur in beschränktem Masse fortkommen. Wenn der Fichtenunterwuchs dagegen gleichaltrig und ziemlich gleichhoch ist, ist er gewöhnlich auch sehr dicht, wie später noch näher zu zeigen sein wird.

ALTERSSTUFEN.

(S. 137—139)

Die Beschränkung des Untersuchungsmateriales auf mindestens 1.3 m hohe Unterwuchsbäume bringt es mit sich, dass die niedrigsten Altersklassen nicht vertreten sind. Auch die hohen Klassen erscheinen nur in sehr begrenztem Umfange. Wenn die Fichte nämlich ein genügend hohes Alter erreicht hat, verliert sie den typischen Unterwuchscharakter und ist dann zum Mittel-, ja bisweilen sogar zum Hauptbestande zu rechnen. Wenn auch der Begriff Unterwuchs in bezug auf die Höhe der Stämme ziemlich dehnbar ist, so gibt die Gruppierung der Unterwuchswälder nach dem Alter doch ein recht gutes Bild davon, zwischen welche Altersgrenzen die heutigen Unterwuchswälder, wie sie in dem Untersuchungsgebiet auftreten, fallen. Tabelle III (S. 138) gibt näher an, wie die sämtlichen Probeflächenbestände nach den verschiedenen Waldtypen sich auf die zehnjährigen Altersklassen verteilen.

Die Aufstellung zeigt, dass die Verteilung der den verschiedenen Waldtypen entnommenen Probeflächen auf die Altersklassen sehr charakteristisch ist. Die Unterwüchse auf dem OMT sind am jüngsten. Die Hälfte der diesem Typus angehörenden untersuchten Bestände fällt in die Altersklasse 36—45 J. Ältere Bestände auf diesem Typus als zu der Altersklasse 66—75 J. gehörig wurden nicht festgestellt. Bei den untersuchten Beständen vom MT liegt der Altersschwerpunkt viel höher. Über die Hälfte der Unterwüchse auf diesem Typus war 76-jährig oder älter, wenn auch verhältnismässig viel jüngere gezählt wurden. Bei diesem Typus ist die Verteilung auf verschiedene Altersklassen am grössten. Noch älter als auf den vorigen Typen waren die Unterwüchse auf VT. Die jüngsten waren nicht unter 76 J., die ältesten fielen in die Klasse 106—115 J. Der Schwerpunkt scheint hier zwischen 80—90 Jahren zu liegen. Die Aufstellung zeigt m. a. W., dass auf OMT die Unterwüchse in der Altersklasse 36—45 volldichte Bestände in einer Höhe von mindestens 1.3 m zu bilden beginnen und dass sie, wenn sie ein Alter von über 75 J. erreicht haben, nicht mehr deutlich Unterwuchscharakter zeigen. Von den Unterwüchsen auf MT wurde ein Teil schon in der Altersklasse 36—45 untersucht, älter als 95 J. war aber kein Pro-

bebestand, was auch hier darauf hindeutet, dass die älteren Unterwüchse nicht mehr dem eigentlichen Unterwuchs zuzurechnen sind. Auf VT erfüllen erst die 76—85-jährigen Unterwüchse die an sie gestellten Bedingungen und hier finden wir noch Unterwuchs in der Altersklasse 106—115 J.

DAS ALTER VON OBERSTAND UND UNTERWUCHS MITEINANDER VERGLICHEN.

(S. 139—144)

Auf Grund der Altersbestimmungen wird im folgenden das Altersverhältnis zwischen Oberstand und Unterwuchs untersucht. — Sehr gewöhnlich sind in dem Untersuchungsgebiet Bestände, wo der Oberstand beträchtlich älter ist als der Unterwuchs. Brandwirtschaft ist auf diesen Flächen wenigstens seit 150—200 Jahren nicht mehr betrieben worden, dagegen haben Waldbrände wohl ziemlich häufig, der letzte kurz vor Entstehung des jetzigen Unterwuchses, stattgefunden. Der Oberstand, der gewöhnlich aus fast reinem Kiefernwald besteht, hat das Feuer verhältnismässig gut überstanden. Die Stämme zeigen zwar die gewöhnlichen Brandflecken, aber sonst eine ziemlich ungestörte Wachstumsentwicklung. Wenn auch einige Stämme eingegangen sind, so ist der Bestand dadurch doch nicht so stark gelichtet worden, dass sich die Kiefer natürlich hätte verjüngen können. Die Fichte hat dagegen die Fläche erobern können. — Die tabellarische Aufstellung auf S. 140 zeigt das Alter des Oberstandes und Unterwuchses in solchen Beständen.

Charakteristisch ist die Gleichaltrigkeit des Oberstandes auf der einen und des Unterwuchses auf der anderen Seite, die in erster Linie auf gleichzeitig stattgefundene grosse Waldbrände zurückzuführen ist. Dass die alten Bestände hauptsächlich auf den VT entfallen, ist kein Zufall. Diese trockenen Böden sind nämlich nicht in dem Umfange geschwendet worden, wie die frischeren, so dass sich die Wälder auf ihnen in weitem Umfang behauptet haben. Es ist auch bezeichnend, dass Wälder vom OMT nicht zu dieser Gruppe gehören. Frische, fruchtbare Böden sind nämlich so lange, wie die Möglichkeit dazu bestand, geschwendet worden und zwar vor allem deswegen, weil zur Brandwirtschaft geeignete Böden nur in beschränktem Masse zur Verfügung standen.

Ausser den erwähnten Oberstandwäldern finden wir in dem Untersuchungsgebiet häufig herrschende Bestände, die zu zwei verschiedenen Altersklassen gehören. Diese sind in der letzten Zeit wenigstens nicht mehr geschwendet worden, doch haben Waldbrände hier deutliche Spuren hinterlassen. Gewöhnlich ist der ursprünglich dichte Wald durch den letzten Brand so gelichtet worden, dass die übriggebliebenen Bäume in einer Art Schirmstellung stehen. Jedenfalls ist der Wald so licht geworden, dass die Kiefer, teilweise auch die Birke, sich wieder hat verjüngen können. Ungefähr zur selben Zeit, wo die Kiefer und Birke sich aus Samenbäumen besamte, begann auch die Fichte von einem in der Nähe liegenden Bruchmoor aus vorzudringen. Kiefer und Birke hatten aber wegen ihres schnelleren Wachstums von Anfang an gegenüber der Fichte einen Vorsprung, der im Laufe der Jahre immer grösser wurde. Heute wird in solchen Beständen der Oberstand von älteren und jüngeren Kiefern und einigen Birken gebildet. — Die tabellarische Aufstellung auf S. 141 gibt einige Beispiele für das Alter derartiger Ober-

stände und Unterwüchse. Auch hier sind die ältesten Oberstandwälder ungef. gleichaltrig, zwischen dem Unterwuchse und den jüngeren herrschenden Stämmen besteht jedoch kein grosser Altersunterschied, wenn auch die ersteren im allgemeinen jünger sind als die letzteren. Der Unterschied lässt sich natürlich nicht ausschliesslich auf Fehler bei der Altersbestimmung zurückführen, sondern ist, wie wir später sehen werden, wesentlich.

Ziemlich häufig sind in dem Untersuchungsgebiet Bestände, in denen Oberstand und Unterwuchs ziemlich gleichaltrig sind, wofür die tabellarische Aufstellung S. 141—143 eine Reihe von Beispielen gibt. In solchen Fällen haben natürlich die heute als Oberstand auftretenden Kiefern und Birken und die den Unterstand bildenden Fichten ungefähr gleichzeitig eine durch Waldbrand oder Schwendung kahl gewordene Fläche wieder bestockt. Aber auch in diesem Falle ist der Unterwuchs etwas jünger als der Oberstand. Wegen ihres schnelleren Höhenwachstums haben die Kiefer und Birke schon verhältnismässig früh einen Vorsprung gegenüber der Fichte erlangt und diesen bis auf den heutigen Tag beibehalten können. — Die vergleichenden Altersuntersuchungen zeigen also, dass die Unterwüchse ihrem Ursprunge nach in zwei Gruppen zerfallen. Die eine besteht aus Fichten, die in alte Wälder eingedrungen sind, die andere aus solchen, die ungef. gleichzeitig mit dem jetzigen Oberstand entstanden sind, aber wegen ihres langsameren Wachstums diesem gegenüber in Unterwuchsstellung geraten sind.

DER VERJÜNGUNGSZWISCHENRAUM.

(S. 144—151)

Oben wurde schon darauf hingewiesen, dass die Kiefer und die Birke im allgemeinen früher als die Fichte Brand- und Schwendflächen wieder bestockt, und zwar auch in solchen Fällen, wo die letztere gleichzeitig hätte erscheinen können. Im folgenden soll die Länge des Verjüngungszwischenraumes näher untersucht werden, worunter hier die Zeit verstanden wird, die zwischen der Kahlwerdung und Wiederbestockung einer Fläche verflossen ist. Das Beobachtungsmaterial gestattet allerdings nur einen Vergleich zwischen Kiefer und Fichte in dieser Beziehung. — Als Ausgangspunkt bei der Ermittelung des Verjüngungszwischenraumes wurden Brandflecken an Stämmen, welche während des Brandes auf der betr. Fläche wuchsen, und das Alter des heutigen Bestandes verwendet. Die Jahresringe, die sich über den Brandflecken gebildet haben, geben die Zeit an, welche seit dem Brande vergangen ist. Wenn man davon das Alter der nach dem Brande entstandenen Bäume abzieht, erhält man den Verjüngungszwischenraum für die in Frage stehenden Stämme bzw. Bestände. Die Beobachtungen sind in Tabelle IV (S. 145) zusammengestellt. — Obgleich die spärlichen Beobachtungen keine allgemeingültigen Werte ergeben, zeigen sie doch gewisse für das Untersuchungsgebiet charakteristische Züge. — Zunächst sehen wir, dass auch die Kiefer nicht unmittelbar nach einem Brandjahr auf die Brandfläche zurückgekehrt ist, sondern dass, je nach den Verhältnissen, eine verschieden lange Zeit dazwischen liegt. Auf Probefl. 68 sind 2 J., auf Probefl. 69 3 J., auf den Probefl. 53, 55 und 62 6 J. und auf Probefl. 63 ganze 12 J. verflossen, ehe die Kiefer die betr. Fläche wieder bestockt hat.

Einzelne Bäume können zwar schon früher entstanden sein, der eigentliche Bestand dürfte jedoch in jedem Falle das als Durchschittswert angegebene Alter haben. Da die Beobachtungen verhältnismässig spärlich sind, lässt sich nicht feststellen, ob der Verjüngungszwischenraum bei der Kiefer auf den verschiedenen Waldtypen Abweichungen aufweist.

Mehr noch als der Verjüngungszwischenraum bei der Kiefer interessiert uns im Zusammenhang der vorliegenden Untersuchung die Frage, wie lange die Fichte gebraucht hat um die betr. Fläche wieder zu bestocken. Die Beobachtungen zeigen nun für die Stellen, wo Vergleiche mit der Kiefer angestellt werden konnten, dass der Verjüngungszwischenraum bei der Fichte durchschnittlich grösser ist als bei der Kiefer. In einigen Fällen, wie auf Probefl. 53 und 69, scheinen einzelne Fichten gleichzeitig mit den Oberstandkiefern entstanden zu sein, ja auf Probefl. 68 ist ein Probestamm sogar 3 Jahre älter als der Oberstand. Ob hier ein Fehler bei der Altersermittelung vorliegt oder ein wirklicher Altersunterschied, lässt sich nicht bestimmen. Unmöglich wäre ja wohl nicht, dass in einzelnen Fällen die Fichte vor der Kiefer auf der betr. Fläche angekommen wäre. Diese Ausnahmen ändern jedoch nichts an der Hauptregel, dass die Fichte die untersuchten Flächen später als die Kiefer besetzt hat, und zwar auch in den Fällen, wo der gleichzeitigen Ankunft der beiden Holzarten keine äusseren Hindernisse im Wege gestanden hätten.

Wenn wir den Verjüngungszwischenraum der Fichte näher untersuchen, stellen wir fest, dass nur zwei Probefichten 3 Jahre nach dem Brande entstanden sind, und nur einige einen Verjüngungszwischenraum von weniger als 10 Jahren aufweisen. Besser als die Beobachtungen für einzelne Stämme beleuchten jedoch die durchschnittlichen Werte den Verjüngungszwischenraum der Unterwüchse. Tab. IV zeigt, dass dieser nur in drei der untersuchten Fälle weniger als 10 Jahre betrug.

Die Schnelligkeit der Verjüngung bei der Kiefer und der Fichte hängt von sehr vielen Faktoren ab. Oben wurde schon auf die Bedeutung der Samenjahre hingewiesen. Die Entfernung der Samenbäume und die Beschaffenheit des Bestandes, mit dem die Fläche früher bestockt war, können ebenfals den Verjüngungszwischenraum verlängern. Auch die Samenruhe kann dabei von Bedeutung sein. In noch viel höherem Masse wird die Dauer des Verjüngungszwischenraumes durch andere Faktoren bestimmt, z.B. dadurch, dass Samen von Nadelbäumen auf einem Standort nach einem Brande nicht hat keimen und sich entwickeln können. Ein Bild von den Verhältnissen, die in dieser Beziehung im Untersuchungsgebiet geherrscht haben, erhalten wir auf gewöhnlichen Brand- und Hiebsflächen, die zur Erleichterung der Naturverjüngung gebrannt wurden. Nach dem Abbrennen scheinen diese Hiebsflächen ganz allgemein zu verrasen. Doch macht sich diese Erscheinung auf trockeneren Böden kaum geltend, dagegen ist sie auf frischeren Standorten recht gewöhnlich. Kiefernpflanzen auf stark verrasenden Flächen haben keine grossen Aussichten aufzukommen. — Die Grasvegetation scheint jedoch nicht langjährig zu sein, denn auf älteren Hiebsflächen liess sich schon ein Zurückgehen derselben feststellen. In dem Masse, wie diese abnimmt, kann man auf der betr. Fläche Kiefernverjüngung erwarten. Die jungen Fichtenpflanzen dagegen haben nach HEIKINHEIMO (1915) schon während der Verrasungsperiode Aussicht aufkommen zu können. In unserm Untersuchungsgebiet scheint aber die Fichte so spät auf den betr. Flächen anzukommen, dass die eigentliche Verrasungsperiode schon vorüber ist.

In anderen Fällen verrasen die abgebrannten Hiebsflächen nicht sehr schnell, sondern es erscheint auf ihnen Birken, Espen- und Erlenjungwuchs. Die Laubbäume scheinen im Untersuchungsgebiet auch ziemlich trockene Standorte erobern zu können, doch vermögen sie auf solchen Böden nur selten sich bis zur eigentlichen herrschenden Stellung zu entwickeln. Anfänglich scheinen sie schnell zu wachsen und erreichen auch eine Höhe von 1—2 m, dann aber tritt eine Stockung im Wachstum ein und allmählich sterben sie ab. In den heutigen Wäldern, die auf den gleichen Standorten und wahrscheinlich auch aus den gleichen Beständen sich entwickelt haben wie das erwähnte Laubgebüsch auf Brandflächen, dominiert später oft die Kiefer mit mehr oder minder grosser Beimischung von Birke und Espe. Wahrscheinlich ist schon von Anfang an in dem jungen Laubgebüsch die Kiefer ziemlich vertreten gewesen, vielleicht ist aber der grösste Teil des Kiefernbestandes erst dann auf der Fläche angekommen, als das Laubgebüsch schon abzusterben begann. In diesem Falle kann also das letztere von Einfluss auf die Verlängerung des Verjüngungszwischenraumes gewesen sein. Doch ist die Lebensdauer des Laubgebüsches gewöhnlich so kurz, dass die Kiefernbestände, die während oder nach derselben entstanden sind, im Alter von 90—100 J. praktisch genommen gleichaltrig sind. — In welchem Grade der Verjüngungszwischenraum des Fichtenunterwuchses durch diese Laubgebüschperiode beinflusst ist, lässt sich schwer entscheiden. Sehr wahrscheinlich wäre der Fichtenunterwuchs in vielen Fällen nicht früher entstanden, auch wenn wir keine solche Laubgebüschperiode annehmen müssen, und er kann, wenn die sonstigen Verhältnisse günstig waren, unabhängig von den Laubbäumen eine Fläche bestockt haben. Der Verjüngungszwischenraum der Fichtenunterwuchswälder ist im allgemeinen so lang, besonders im Vergleich zur Kiefer, dass wir andere Hindernisse bei der Verjüngung der Fichte annehmen müssen als die Periodizität der Samenjahre, Verrasung des Bodens, Einfluss des Laubgebüsches usw. Vor allem sind hier die Veränderungen im Boden, die ein Brand hervorruft, zu beachten. Untersuchungen von Heikinheimo (1915) u.a. haben nämlich gezeigt, dass die Asche, die bei einem Waldbrand entsteht, besonders die Verjüngung der Fichte erschwert. Da, wie schon erwähnt wurde, der heutige Fichtenunterwuchs nach Waldbränden oder Schwendungen entstanden ist, kann der Aschengehalt des Bodens die Verjüngung der Fichte gehemmt haben, was sich natürlich in einem verhältnismässig langen Verjüngungszwischenraum zeigt. — Wenn wir heute abgebrannte Hiebsflächen untersuchen, beobachten wir, besonders dann wenn der Brand nur schwach gewesen ist, dass die Moosdecke nicht ganz verbrannt ist, sondern die Fläche als verkohlte, verhältnismässig feste Schicht bedeckt. Ähnlich können die Verhältnisse sich auch auf eigentlichen Waldbrandflächen gestalten. In einer solchen Schicht können die jungen Pflanzen nicht leicht fortkommen, ein Umstand, der die Länge des Verjüngungszwischenraumes mitbestimmen kann.

STAMMZAHL.

DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN STAMMZAHL UND ALTER.

(S. 152—157)

Es wurde schon oben (S. 203) darauf hingewiesen, nach welchen Gesichtspunkten die Unterwuchsbestände für die Untersuchung ausgewählt wurden. Dieses Verfahren hat dazu geführt, dass die untersuchten Bestände in bezug auf ihre Stammzahl voneinander

abweichen, denn in einem Teil der Fälle hat schon eine verhältnismässig kleine Anzahl Bäume von mindestens 1.3 m Höhe genügt um einen volldichten Bestand zu bilden, in anderen Fällen dagegen waren viel mehr Bäume dazu notwendig. Der Hauptfaktor, der in gewöhnlichen volldichten Beständen die Anzahl der Bäume bestimmt, ist das Alter, insofern als in jungen Beständen die Stammzahl grösser ist als in älteren. Aber es können auch andere Umstände von Einfluss auf die Stammzahl in den Unterwuchswäldern sein. Vor allem ist die Einwirkung des Oberstandes zu berücksichtigen. Demnach hätte man bei einem Vergleich der Stammzahlen in verschiedenen Beständen ausser dem Alter und der Stammzahl der Unterwuchsbäume gleichzeitig auch dieselben Momente bei den Oberstandbäumen zu beachten und die Stammzahl der ersteren in ein Korrelationsverhältnis zu drei verschiedenen Faktoren zu setzen, von denen jeder sich verschieden auswirkt. Ein derartiges vergleichendes Verfahren ist jedoch recht umständlich, wenn nicht in unserem Falle geradezu unmöglich. Deswegen wird zunächst nur die Stammzahl der Unterwüchse im Verhältnis zu ihrem Alter und dann im Verhältnis zum Oberstand verglichen.

Tab. V (S. 152) gibt die durchschnittliche Stammzahl der Probeflächenbestände nach den verschiedenen Altersklassen für die Waldtypen OMT, MT und VT.

Die Anzahl der Beobachtungen in den einzelnen Altersklassen ist zwar so klein, dass sie unbedingt zwingende Schlüsse nur für die untersuchten Unterwuchswälder gestatten, doch dürften sie allgemeine Züge in den typischen Unterwuchswäldern des Untersuchungsgebietes wiedergeben.

Zunächst zeigt die Tabelle ganz deutlich, *dass die Unterwüchse auf OMT weniger Stämme aufweisen als auf MT und diese ihrerseits weniger als die auf VT von gleichem Alter.* Diese Regel erleidet in den Durchschnittswerten bei keiner Altersklasse eine Ausnahme. Ausserdem zeigen die *Durchschnittswerte, dass die Stammzahl in den Unterwüchsen auf dem gleichen Waldtyp kaum von dem Alter des Bestandes abhängt.* Auf OMT, der am wenigsten Probeflächen aufweist, scheint jedoch am ehesten noch eine gewisse Gesetzmässigkeit zu walten. Abgesehen von der Altersklasse 56—65 J., die nur mit einer Beobachtung vertreten ist, nimmt die Stammzahl mit steigendem Alter ab. Auf MT dagegen ist, obgleich hier die Anzahl der Beobachtungen am grössten ist, die Stammzahl im Verhältnis zum Alter ganz unregelmässig. Für die jüngsten, 36—45-jährigen Unterwuchswälder liegt nur eine Beobachtung vor, so dass die hohe Stammzahl ebenso gut durch Zufall wie durch das niedrige Alter bedingt sein kann. Die folgenden Altersklassen weisen mehr Beobachtungen auf, zeigen aber ebenfalls keine Regelmässigkeit. Die zweithöchste Stammzahl fällt hier im Gegenteil auf die höchste Altersklasse von 86—95 J., die ausserdem mit den meisten Beobachtungen vertreten ist. Auf VT ist die durchschnittliche Stammzahl für den Hauptteil des Untersuchungsmaterials ungef. gleich gross. In der Altersklasse 106—115 J., für die nur eine Beobachtung vorliegt, finden wir zwar eine verhältnismässig kleine Stammzahl, doch lassen sich auf Grund einer Beobachtung keine zwingenden Schlüsse ziehen.

Wir haben im vorigen die durchschnittliche Stammzahl der Probeflächen für die einzelnen Altersklassen untersucht. Wenn wir nun die Altersklassen beibehalten, aber die Anzahl der Bäume ebenfalls nach Klassen mit Intervallen von je 1000 Stämmen angeben, erhalten wir Tab. VI für MT (S. 154) und Tab. VII für VT (S. 155). Die beiden Tabellen zeigen besser als die durchschnittlichen Stammzahlen, dass das Untersuchungs-

material keine deutliche Abhängigkeit der Stammzahl der Unterwüchse von ihrem Alter erkennen lässt. Wir können deshalb, um die Stammzahl auf verschiedenen Waldtypen zu vergleichen, das Mittel aus allen Beobachtungen für den gleichen Waldtyp verwenden. Dann erhalten wir für die Stammzahl der Unterwuchsbäume auf den einzelnen Waldtypen folgende Zahlen:

OMT,	durchschnittl.	Stammzahl	pro	ha	5 469 St.
MT,	»	»	»	»	9 235 »
VT,	»	»	»	»	11 430 »

Die Aufstellung zeigt noch deutlicher als die Durchschnittswerte nach Altersklassen, wie die Anzahl der Unterwuchsbäume je nach dem Waldtyp variiert. Auf OMT finden wir im Durchschnitt nur etwas über die Hälfte der Stämme auf MT, und der letztere Typ weist eine beträchtlich geringere Stammzahl auf als der VT.

Um die Anzahl der Bäume in den Fichtenunterwüchsen anschaulicher mit der Stammzahl der Fichten in Normalwäldern nach den Ertragstafeln von Ilvessalo, Y. (1920a) vergleichen zu können, geben wir in Abb. 32 (S. 156) eine graphische Darstellung, wo jede Probefläche in ein Koordinatensystem eingetragen ist, dessen Abszisse das Alter der Unterwuchswälder und dessen Ordinate die Anzahl der mindestens 1.3 m hohen Stämme angibt. Ausserdem sind die Frequenzkurven nach den Ertragstafeln eingezeichnet um die Stammzahl der Fichte in Normalwäldern auf MT und OMT zu zeigen. — Aus der graphischen Darstellung ersehen wir, dass jeder Unterwuchsbestand die Forderungen in bezug auf volle Dichte, wenigstens soweit die Stammzahl in Frage kommt, erfüllt. Der grösste Teil der Probeflächenbestände weist eine viel höhere Stammzahl auf als die entsprechenden Normalbestände. — Wenn die Stammzahl der Unterwuchswälder als solche auch nicht genau biologische Überdichte bezeichnet, da die Unterwuchsbäume kleiner sind als die gleichaltrigen Stämme der Normalbestände und darum weniger Raum beanspruchen, so ist anderseits in manchen Fällen die Anzahl der Bäume so viel grösser, dass sie die geringe Stammhöhe kompensieren kann, so dass die Unterwüchse Überdichte aufweisen können, wenn auch ihr Grad nur schwer zu bestimmen ist.

DIE BEZIEHUNGEN ZWISCHEN STAMMZAHL UND DICHTE DES OBERSTANDES.

(S. 157—162)

Oben wurde schon gezeigt, dass der Oberstand keinen nennenswerten Einfluss auf die räumliche Ordnung der Unterwuchsbäume ausübt. Diese können verschieden dicht stehen, in keinem Falle scheinen die einzelnen Stämme sich in bestimmter Weise zu einzelnen Oberstandbäumen anzuordnen. Eine andere Frage ist jedoch, ob die Dichte des Oberstandes die Gesamtstammzahl des Unterwuchses bestimmt.

Der Unterwuchs hat mit dem Oberstand vor allem um Licht und Nahrung zu kämpfen. Wir dürfen deshalb annehmen, dass in den verschiedenen Oberständen die Stammzahl des Unterwuchses in bestimmter Weise von der Beschaffenheit derselben abhängt. Da es in Naturwäldern, wo sich keine Versuche vornehmen lassen, schwer ist die Einwirkung einzelner Faktoren wie Licht, Wurzelkonkurrenz u.a. zu eliminieren, müsste sich ein Charakteristikum finden lassen, das möglichst viele die Einwirkung

des Oberstandes anzeigende Faktoren erfasste. Als solches könnte die Dichte des Oberstandes dienen. Doch lässt sich der Schlussgrad desselben objektiv nur schwer bestimmen, weil die Oberstände in gewissem Grade unregelmässig sind. In den meisten Fällen sind sie zwar rein und gleichaltrig, aber Mischbestände und ungleichaltrige Bestände sind nicht selten. — Von den Methoden zur Bestimmung der Bestandesdichte wird hier als den Zwecken dieser Untersuchung am besten entsprechend ein Verfahren verwendet, das sich auf die Stammzahl und die Brusthöhengrundfläche gründet. Die Dichte des Oberstandes wurde für jede Probefläche zuerst auf Grund der Stammzahl berechnet, indem die Stammzahl des Oberstandes mit der Stammzahl in den Ertragstafeln dividiert wurde. Dann wurde die Brusthöhengrundfläche der Berechnung zu Grunde gelegt. Aus den beiden auf diese Weise erhaltenen Dichtezahlen wurde das arithmetische Mittel genommen und als Dichtigkeitsgrad des Oberstandes angesehen.

Um die Oberstände in bezug auf ihre Dichte in deutlich sich voneinander abhebende Klassen einordnen zu können, wurde ein grosses Klasseninterval gewählt. Man darf nämlich annehmen, dass die kleinen und dazu noch unsicheren Dichtigkeitsunterschiede die eventuelle Einwirkung des Oberstandes auf den Unterwuchs nicht genügend zum Ausdruck bringen würden. Deshalb werden nur vier Klassen verwendet, nämlich die Dichtigkeitsklassen 0.10—0.25, 0.26—0.50, 0.51—0.75 und 0.76—1.00. Tab. VIII (S. 159) zeigt die Unterwuchswälder nach Dichtigkeitsklassen des Oberstandes angeordnet. Wenn wir die wenigen Probeflächen, welche auf die beiden ersten Dichtigkeitsklassen entfallen, unberücksichtigt lassen, kommen für die Feststellung etwaiger Beziehungen zwischen Unterwuchs und Dichte des Oberstandes nur die Klassen 0.51—0.75 und 0.76 + in Frage, die mit ziemlich viel Beobachtungen vertreten sind. — Für den OMT liegen so wenig Beobachtungen in der Klasse 0.51—0.75 vor, dass sich Vergleiche nicht anstellen lassen. Der MT weist dagegen für jede der beiden letzten Dichtigkeitsklassen 15 Beobachtungen auf, deren durchschnittliche Stammzahl in sofern eigentümlich ist, als die letzte Klasse mehr Bäume als die vorletzte enthält. Das kann natürlich Zufall sein. Auf jeden Fall zeigen die Zahlen aber, dass die Erhöhung der Dichte des Oberstandes über dem Dichtigkeitsgrad 0.50 keine Verminderung der Stammzahl des Unterwuchses auf MT im Gefolge hat. Dasselbe trifft für die Unterwüchse auf VT zu. Ob die Fichtenunterwüchse neben dichteren Oberständen eine grössere Dichte behalten können, lässt sich nicht mit Sicherheit sagen, ist aber wohl möglich (vgl. S).

Wenn wir die Stammzahl der Unterwüchse genauer nach Stammzahlklassen mit Intervallen von je 1,000 Stämmen gruppieren, erhalten wir Tab. IX (S. 160). — Diese Tabelle zeigt die gleichen Tatsachen wie die vorige. Die Probeflächen scheinen nach den dichteren Oberständen hin zu tendieren. Im übrigen verteilen sich die Unterwüchse auf MT und VT ohne deutliche Korrelation zur Dichte der Oberstände. Für OMT liegen nur so wenig Aufzeichnungen vor, dass sie zur Aufstellung einer besonderen Tabelle nicht genügen.

Die graphische Darstellung in Abb. 33 (S. 161) zeigt auch die Verteilung der Unterwuchsstammzahl nach der Dichte der Oberstandes. Jede Probefläche ist hier an der Stelle der »genauen» Oberstanddichte eingezeichnet. Die Abb. lässt die Stammzahl des Unterwuchses noch deutlicher erkennen als die vorhergehenden Tabellen. Auch hier sehen wir wie in den Tab. VIII und IX, dass die Stammzahl des Unterwuchses in keinem deutlich erkennbaren Verhältnis zur Dichte des Oberstandes steht.

URSACHEN DER UNREGELMÄSSIGKEIT DER STAMMZAHL.

(S. 162—167)

Bei der Beurteilung der Frage, wie die Unregelmässigkeit der Stammzahl in den untersuchten Unterwüchsen sich zu dem Alter derselben verhält, muss man berücksichtigen, dass die untersuchten Bestände verhältnismässig wenig Altersklassen umfassen. Auf OMT variiert das Alter der Unterwuchswälder zwischen 44—68, auf MT zwischen 45—94 und auf VT zwischen 81—106 J. Man kann darum wohl behaupten, dass derartig kleine Altersunterschiede keine nennenswerten Veränderungen in der Stammzahl der Unterwuchswälder veranlassen. Die geringen Altersunterschiede sind ohne Zweifel ein Grund, warum die Ergebnisse »negativ» ausgefallen sind. Anderseits sind jedoch die Altersunterschiede zwischen den einzelnen Probeständen so gross, dass sich eigentlich wie in den Normalbeständen ein Unterschied in der Anzahl der Stämme zeigen müsste, wenn die Unregelmässigkeit in der Stammzahl nicht durch besondere Gründe zu erklären ist. Ein Grund liegt offenbar in der besonders schlechten Ausscheidungsfähigkeit dieser Bestände und dem in engem Zusammenhang damit stehenden sogen. Ausbreitungsvermögen. Wenn der Bestand von Anfang an dicht war, bleibt er recht lange so. Wenn aber die ursprüngliche Dichte gering war, kann der Bestand später kaum nennenswert dichter werden. Da die ursprüngliche Dichte von manchen Faktoren wie Samenjahren, Beschaffenheit und Entfernung des Mutterwaldes usw. abhängt, gestaltet sie sich in den einzelnen Fällen verschieden. Schlechte Ausscheidungsfähigkeit wiederum wird durch das langsame Wachstum der Unterwuchswälder veranlasst, das seinerseits von manchen Faktoren abhängt. Der Kampf um Licht und Nahrung zwischen den Unterwuchsbäumen selbst und mit dem Oberstand muss natürlich im Wachstum derselben zum Ausdruck kommen. Ausserdem ist der Boden häufig gering. Die Fichtenunterwuchswälder sind überdies, wie wir früher gesehen haben, in der Hauptsache Nachkommen von Bruchmoorfichten in der ersten Generation. Der grössere Teil der Brüche wiederum ist weniger produktiv, so dass die Fichten auf ihnen langsam wachsen. So ist es nicht ausgeschlossen, dass auch die Vererbung eine Rolle bei dem langsamen Wachstum der Fichtenunterwuchswälder spielt. Auch die eigene Dichte des Bestandes kann darauf von Einfluss sein. Somit wäre das schlechte Wachstum durch die Dichte zu erklären und nicht umgekehrt. Welcher Faktor jeweilig von grösserer Bedeutung ist, lässt sich schwer entscheiden, denn die Dichte der Bestände hängt von soviel Momenten ab, dass bisweilen das Kausalverhältnis schwer nachzuweisen ist.

Es wäre jedoch falsch zu behaupten, dass in den Fichtenunterwuchswäldern keine natürliche Ausscheidung vor sich gehe. Jeder der näher untersuchten Bestände hat in den ersten Lebensjahren eine grössere Stammzahl gehabt als heute. Je mehr Bäume anfänglich vorhanden waren, um so mehr sind gestorben (vgl. Abb. 24 a, S. 116). In manchen Fällen ist die Stammzahl ursprünglich sehr gross gewesen, wie das ja auch bei dem jungen Pflanzenbestand der anderen Holzarten der Fall ist. Die Stammzahl als solche hat jedoch bei einem Vergleich der verschiedenen Bestände keine grosse Bedeutung, wenn wir nicht auch das Alter kennen. Die Fichtenunterwuchswälder in Grenz-Karelien zeigen gerade die Eigentümlichkeit, dass sie in einem ziemlich hohen Alter eine grosse Stammzahl aufweisen. Wie gross diese

in den Unterwuchswäldern ursprünglich war, lässt sich nicht mehr genau feststellen, da die untersuchten Bestände verhältnismässig alt waren. Auf den einzelnen Probeflächen wurden, wie wir oben sahen, alle lebenden und noch erkennbaren abgestorbenen Bäume gezählt, wodurch wir eine ungefähre Vorstellung von der Anzahl der Bäume in einem weiter zurückliegenden Zeitraum erhalten. Dieser lässt sich allerdings nicht absolut bestimmen, doch ist zu beachten, dass abgestorbene Unterwuchsbäume jahrzehntelang stehen können ohne zu vermorschen. Tab. X (S. 165) enthält einige Beispiele für die Stammzahl gesunder und abgestorbener Bäume auf einigen Probeflächen. — Dabei ist zu beachten, dass die Tabelle keine durchschnittlichen Werte geben will, sondern eher extreme Fälle zeigt. Wir ersehen aus ihr, dass in einigen Fällen die Anzahl der abgestorbenen Stämme recht gross ist. Ein Teil derselben kann aus Bäumen bestehen, die später erst im Bestand aufgetreten, dann aber gestorben sind. Der grösste Teil ist jedoch durch natürliche Ausscheidung aus gleichaltrigem Unterwuchs entfernt worden. Trotzdem treffen wir, wie Tab. X zeigt, im Untersuchungsgebiet Unterwüchse, die noch im Alter von 90 J. über 4 lebende Stämme pro qm aufweisen. — Die Abnahme der Stammzahl geht natürlich weiter und zwar um so schneller, je besser der Standort ist. Das lässt sich schon heute auf Grund der durchschnittlichen Stammzahlen feststellen. Es liegt kein Grund zu der Annahme vor, dass die ursprüngliche Stammzahl z.B. auf OMT kleiner gewesen sei als auf VT. Wenn jedoch die Stammzahl heute wesentliche Unterschiede zeigt, müssen diese durch das verschiedenartige Ausscheidungsvermögen infolge ungleichen Wachstums erklärt werden. Je älter die Bestände werden, um so geringer werden auch die Unterschiede in der Stammzahl. Heute macht sich die Ausgleichung des Altersunterschiedes noch nicht recht geltend, sondern die Einwirkung der ursprünglichen Dichte ist noch deutlich bemerkbar. — Neben der natürlichen Ausscheidung spielen auch die Schneeschäden bei der Entfernung von Stämmen aus den Unterwuchswäldern eine Rolle. Die Anzahl der Schneebrüche hängt zum grossen Teil von der Beschaffenheit des Oberstandes ab. Wenn der Oberstand aus Kiefern besteht, scheint der Schnee weniger Schaden im Fichtenunterwuchs anzurichten als wenn aus Birken gebildet wird. Die meisten Schneebrüche wurden jedenfalls bei Fichten unter Birkenoberstand festgestellt (vgl. u.a. Probefl. 18, Tab. X). In einigen dichten Birkenbeständen scheinen die meisten Unterwuchsfichten durch Schnee beschädigt zu sein.

DIE BESCHAFFENHEIT DER BÄUME.

DIE KRONENFORMEN.

(S. 167—170)

Die Unterwuchsfichten des Untersuchungsgebietes haben nicht überall den gleichen Habitus und zeigen vor allem in der Kronenform Verschiedenheiten. Da letztere bei der Beurteilung des Wachstums der Unterwüchse in mancher Beziehung oft von Bedeutung sein kann, dürfte es in diesem Zusammenhange angebracht sein die verschiedenen Kronenformen, die in den Unterwuchswäldern vorkommen, näher zu mustern. — Wir unterscheiden drei Kronenformen: 1. konische, 2. büschelförmige und 3. schirmförmige Kronen (vgl. die schematische Darstellung in Abb. 34 S. 167). — Die verschiedenen

Kronenformen scheinen in den Unterwuchswäldern keine konstanten Eigenschaften zu sein, sondern sie hängen von den jeweils herrschenden Verhältnissen ab. Dabei spielt vor allem die Beleuchtung eine sehr grosse Rolle. Wenn ein Baum ganz von anderen Unterwuchsbäumen beschattet wird, muss die Krone sich unregelmässig gestalten. Das Höhenwachstum bleibt schwach, die untersten Zweige sterben allmählich ab und die Krone wird kurz. Gleichzeitig wachsen jedoch die Seitenäste in die Länge um die zur Verfügung stehende Lichtmenge besser ausnutzen zu können (vgl. Abb. 35). Dabei nimmt auch die Dicke derselben zu. Gewöhnlich breitet sich die Krone nicht regelmässig nach allen Seiten aus, sondern sie wächst hauptsächlich nach der Richtung hin, aus der das meiste Licht kommt. So erhält sie einen unsymmetrischen, schirmförmigen Habitus. Auch wenn das Kronendach des Unterwuchses als eine Einheit anzusehen ist, bleibt für den unteren Teil desselben so viel Raum, dass die Äste der Unterstämme, wie vorher angedeutet wurde, nach der Seite wachsen können. Deshalb bildet eine schirmförmige Krone ein Kennzeichen für Unterstämme in dichtem Unterwuchs wo diese Bäume sehr stark beschattet werden. Da die dichtesten Unterwuchswälder sich gewöhnlich auf MT und VT finden, kann man auch sagen, dass schirmförmige Kronen charakteristisch für Unterstämme in Unterwuchswäldern auf diesen Waldtypen seien.

Eine stärkere Verengerung des Standraumes entsteht in dichtem Unterwuchs zwischen den Kronen der Zwischenstämme und herrschenden Stämme. Da die Kronen sich auf allen Seiten stark beengen, ist die Ausdehnung nach einer Seite hin unmöglich. Sie bleiben darum schmal und mehr oder minder symmetrisch. Die unteren Äste sterben dabei ab und der Stamm verliert gewöhnlich bis hoch hinauf die Äste. Solche Bäume besitzen eine kleine Krone mit dünnen Ästen. Diese sogen. »Peitscher»-Form setzt wie erwähnt einen ziemlich dichten Bestand voraus, weswegen sie sich meist bei den herrschenden Stämmen und Zwischenstämmen auf MT und VT findet. Gewöhnlich tritt diese büschelförmige Kronenform in alten, 80—90-jährigen Unterwuchswäldern auf. Da die Stämme in diesem Alter schon eine ziemliche Höhe erreicht haben und das ganze Kronendach mehr oder minder hoch steht, macht ein solcher Bestand einen schönen, sauberen Eindruck. In jüngerem, bisweilen aber auch älterem Unterwuchs liegt die Kronenschicht jedoch niedriger und dann kann ein fast undurchdringliches »Rigeikö» entstehen (Abb. 8).

In lichterem Unterwuchs haben die Bäume dagegen mehr Wuchsraum. Wenn sich die Kronen hier auch berühren, so engen sie sich doch nicht so ein, wie in dem obigen Falle. Anderseits ist dagegen der Wuchsraum so ausgenutzt, dass die Zweige kaum noch in die Länge wachsen können. Das Höhenwachstum der Bäume ist gewöhnlich ziemlich gut, so dass die Krone spitz bleibt. Die unteren Äste sterben nicht ab, wodurch die Krone eine verhältnismässig lange, konische Form erhält. Eine solche finden wir meistens bei Unterwuchs auf OMT und zwar gewöhnlich bei allen Stämmen, aber auch in Unterwuchs auf MT ist sie nicht ungewöhnlich. Meist zeigt eine solche Kronenform in den untersuchten Unterwuchswäldern ein verhältnismässig niedriges Alter, ungef. 40—60 J., an. Im allgemeinen kann man sagen, dass je jünger die Unterwüchse sind, um so mehr konische Kronen sich finden.

DAS HOLZ. FÄULNISERSCHEINUNGEN.

(S. 170—173)

Im Zusammenhang mit den Altersuntersuchungen wurde schon darauf hingewiesen, dass die Unterwuchsbäume im allgemeinen einen engen Bau der Jahresringe zeigen, dass aber die einzelnen Stämme in dieser Beziehung je nach ihren Wachstumsverhältnissen sich stark unterscheiden. Gleichzeitig wurde auf die häufige Exzentrität des Querschnittes hingewiesen. — Die Untersuchungen haben gezeigt, dass auch diese Erscheinung in den verschiedenen Teilen eines Baumes wechselt. Am grössten scheint die Exzentrizität im Basalteil des Stammes zu sein. Weiter nach dem Wipfel zu nimmt sie immer mehr ab und kann im oberen Teile des Stammes ganz verschwinden. Abb. 28 (S. 128) zeigt die Basalscheibe eines Probestammes von Probefl. 12. Wir sehen deutlich die Exzentrizität im Basalteil des Stammes, gleichzeitig die gewöhnliche Engringigkeit des Stammes in der Jugend (vgl. auch Abb. 27, S. 128). Von dieser Regel gibt es jedoch Ausnahmen. In den Abb. 30 und 31 (S. 129) ist der Ringbau ziemlich gleichförmig, woraus hervorgeht, dass der Baum einen grossen Teil seiner Wachstumszeit unter gleichen Verhältnissen gewachsen ist, in diesem Falle als Unterstamm.

Bei sehr langsam wachsenden Unterwuchsfichten ist die Ringbildung besonders im Basalteil des Stammes auch sonst unregelmässig. An einigen Stellen ist ein Ring bedeutend breiter als andere in dem gleichen Schnitt (vgl. Abb. 30 u. 31 S. 129). Solche Stellen heben sich durch ihr sichelförmiges Aussehen und braunere Färbung von dem übrigen Holze ab. Derartige Bildungen sind wohl in erster Linie als Rotholzbildungen anzusehen. In keinem Falle bedeuten sie dagegen den Beginn von Stockfäule. — Bekanntlich entsteht Rotholz besonders im unteren Teil des Stammes in Fällen, wo der Baum schief gewachsen ist (vgl. z.B. Hartig, 1896 und Cieslar, 1896). Rotholzbildung bei Fichtenunterwuchsbäumen braucht jedoch nicht durch Schiefstellung des Baumes veranlasst zu sein. Die beiden Fälle in Abb. 30 u. 31 zeigen wenigstens heute keine solche und auf der Scheibe in Abb. 30 finden wir breite Ringe auf verschiedenen Seiten des Baumes. Auch der Wind kann in solchen dichten Unterständen nicht die Ursache sein. Eher liesse sich an eine Art Reizwirkung denken. Da breite Ringe sich meist an Bäumen mit sehr schlechtem Wachstum finden, scheint es fast, als ob die Bäume im Kampf ums Dasein u.a. solche abnormen Bildungen zeitigten.

Unter Stockfäule, die sonst bei der Fichte recht gewöhnlich ist, scheinen die Unterwuchsfichten in Grenz-Karelien nicht nennenswert zu leiden. Häufiger findet sich diese Krankheitserscheinung im oberen Teile des Stammes. Der Schnee bricht nämlich oft die Kronen und Zweige und an den Wundstellen entsteht dann leicht Fäule. Dazu trägt natürlich auch der Umstand bei, dass das Holz im oberen Teile des Stammes weniger fest ist als im Basalteil, wo besonders die innersten Ringe sehr dicht sein können (vgl. Abb. 27—29, S. 127—128).

WURZELUNTERSUCHUNGEN.

(S. 173—180)

Obgleich die Untersuchung des Wurzelsystems der Unterwuchsbäume nicht zum eigentlichen Thema dieser Arbeit gehört, dürfte es doch angebracht sein hier die Ergebnisse der Beobachtungen über das Wurzelwerk der Unterwuchsfichten, zu denen Verf. neben seiner Hauptarbeit gekommen ist, zu besprechen.

Diese Beobachtungen zeigen, dass sich bei den Unterwuchsfichten ein horizontales und ein vertikales Wurzelsystem unterscheiden lässt (vgl. LAITAKARI, 1927). Horizontale Wurzeln finden wir bei allen Bäumen, vertikale fehlen dagegen oft.

Ein horizontales Wurzelsystem ist im allgemeinen charakteristisch für Unterwuchsfichten. Wenn auch noch keine besonderen Untersuchungen über die Wurzelmasse vorliegen, so dürfen wir doch annehmen, dass die horizontalen Wurzeln auch in dieser Beziehung den Hauptteil des Wurzelsystems bilden.

Wenn man die Lage der horizontalen Wurzeln im Boden näher untersucht, findet man, dass sie im allgemeinen sehr nahe unter der Oberfläche verlaufen. Sichtbar sind sie allerdings, wie das bei grossen Fichten häufig der Fall ist, auch in der Nähe des Stammes nicht. Wenn man aber die Rohhumusdecke entfernt, sieht man unmittelbar unter der letzteren, ja sogar schon in dieser, sehr viele Wurzeln. Häufig kann man einen Baum, der in Brusthöhe 8—10 cm Durchmesser hat, einfach umwerfen; wenn man ihn schüttelt, wird die Rohhumus durch die Wurzeln bis weit (von der Basis) gehoben. — Um eine bessere Auffassung von dem Verlauf der Wurzeln der Unterwuchsfichten im Boden zu erhalten wurde dieser bei einer ganzen Reihe von Stämmen genauer verfolgt. Auf einer Probefläche (Nr. 11, VT) wurden sorgfältige Grabungen vorgenommen. Nachdem der Boden in ungef. 10 cm Dicke entfernt war, wurde ein Wurzelwerk sichtbar, wie es Abb. 37 zeigt. — Wir sehen hier gut, dass das horizontale Wurzelsystem sehr flach ist. Ein Teil der sichtbaren Wurzeln ist noch nicht einmal in den Mineralboden eingedrungen, sondern verläuft in der Rohhumus. Das Wurzelwerk scheint ohne besondere Schwierigkeiten sich in der Bodendecke der Heiden entwickeln zu können. Bisweilen kann man beobachten, dass die Wurzeln, wenn ein Hindernis in den Weg tritt, nicht in den Mineralboden wachsen, obwohl dieser Weg frei ist (vgl. Abb. 39, S. 178).

Gewöhnlich wachsen die horizontalen Wurzeln regelmässig nach allen Seiten (Abb. 38, S. 178). Für die Morphologie des Wurzelsystems auf den verschiedenen Waldtypen geben die Untersuchungen kein klares Bild. Doch scheint es, als ob das Wurzelsystem in geschwendeten Böden vom OMT regelmässiger wäre als auf den anderen untersuchten Typen. In der Nähe des Stammes sind die Wurzeln gewöhnlich recht dick, sie verschmälern sich dann aber, vor allem auf VT und teilweise auch auf MT, schnell und verlaufen dann als dünne, mehr oder weniger verzweigte dünne Stränge nahe an der Oberfläche bis weit vom eigentlichen Stamme fort (Abb. 37). Wie weit solche Wurzeln reichen, lässt sich auf Grund des untersuchten Materiales nicht genau angeben, jedenfalls wachsen sie weit über die Kronenprojektion des Baumes hinauf. Weiter als das Wurzelwerk im allgemeinen verlaufen vielleicht hie und da die weissen, weichen Wurzeln, die an die horizontalen Wurzeln von Kiefern auf dürftigem Boden erinnern (vgl. Abb. 43, Wurzel a).

Ein grosser Teil der horizontalen Wurzeln der Unterwüchse besteht aus Adventivwurzeln, von denen oben im Zusammenhang mit den Altersbestimmungen schon die Rede war. — Die Adventivwurzeln liegen, wie erwähnt, nicht besonders hoch, da die Moos- und Rohhumusschicht nicht sehr dick ist. Wenn ein Baum in den ersten Lebensjahren sich neigt, wie es in dem Beispiel Abb. 43 S. 179 der Fall ist, kann der Abstand zwischen den ursprünglichen und den Adventivwurzeln grösser sein, doch findet man letztere im allgemeinen nur bis 20 cm über dem Mineralboden (vgl. z.B. Abb. 40, S. 178). Die Bildung solcher Adventivwurzeln scheint noch nicht abgeschlossen zu sein, denn in dem Masse, wie sich die Moosdecke entwickelt und der untere

Teil des Schaftes von ihr bedeckt wird, bilden sich neue Wurzeln. Die Wurzelstöcke in Abb. 38 und 42 (S. 178) zeigen kleine Wurzeln, die wohl in der Entwicklung begriffene Adventivwurzeln sind. Wahrscheinlich werden sich diese aber nicht alle auswachsen können, da sie zu dicht stehen. — In dem horizontalen Wurzelsystem ist der Anteil der Adventivwurzeln oft sehr gross und nicht selten sind auch Fälle, wo diese für das ganze Wurzelwerk eine grosse Rolle spielen.

Ausser den horizontalen Wurzeln findet man bei den Unterwuchsfichten häufig auch vertikale. Auch kommen Bildungen, die deutlich an eine Pfahlwurzel erinnern, nicht selten vor. Die vertikalen Wurzeln dringen jedoch nicht tief, sondern bleiben entweder in einer bestimmten Tiefe oder wachsen horizontal weiter. So sehen wir u.a. in Abb. 44 (S. 179) eine ziemlich deutliche Pfahlwurzel (Wurzel a). Diese ist ursprünglich vertikal gewachsen, scheint dann aber auf ein Hindernis gestossen zu sein. Die Wurzel sieht verkümmert aus und hat sich in ungef. 8 cm Tiefe in zahlreiche Seitenwurzeln verzweigt. Ein mechanisches Hindernis konnte in diesem Falle nicht festgestellt werden. Ähnliche Erscheinungen zeigen Abb. 42 und 46 (S. 179). Auch hier ist die Pfahlwurzel zuerst nach unten gewachsen, aber nicht tief gedrungen, sondern hat sich in horizontaler Richtung weiter entwickelt und zahlreiche kleinere Wurzeln gebildet. Etwas ähnliches kann man auch bei anderen tiefer dringenden Wurzeln beobachten. Abb. 45 (S. 178—179) zeigt einen Fall, wo die primären Wurzeln im unteren Teile des Schaftes plötzlich in horizontaler Richtung umbiegen.

Diese Erscheinung, dass die Wurzeln der Unterwuchsfichten so ausgeprägt in der obersten Schicht des Bodens verlaufen, muss einen besonderen Grund haben. Manche Forscher (u.a. Wagner, 1907, Cajander, 1917, Wiedemann, 1923) sind der Ansicht, dass besonders das Wurzelsystem der Fichte von der Menge und Beschaffenheit der Bodenluft abhängig sei. Die Wurzeln müssen die Bodenschichten aufsuchen, welche genügend sauerstoffreiche Luft enthalten. — Es dürfte angebracht sein diese Frage auf Grund unseres Untersuchungsmateriales nachzuprüfen. — Schon oben wurde darauf hingewiesen, dass in den Fichtenunterwuchsgebieten der Boden gewöhnlich von einer dichten Moos- und Rohhumusdecke überzogen ist. Besonders für VT und MT ist die Rohhumusbildung sehr charakteristisch. Auf geschwendeten Böden vom OMT hat sich dagegen die Rohhumusdecke nur schwach entwickelt oder fehlt häufig ganz. Der Rohhumus ist jedoch, auch wenn er nicht besonders dick ist, filzig zäh. Die Durchlüftung in ihm ist schlecht und der Sauerstoffgehalt der Luft gering, da die Zersetzungprozesse auch Sauerstoff verbrauchen. In dem Mineralboden unter der Humusschicht kann die Luftmenge und ihr Sauerstoffgehalt nicht gross sein. Auch wenn die Bodendecke die Durchlüftung nicht verhindert, bedingt die Struktur der mit Fichtenunterwuchs bestandenen Böden eine verhältnismässig kleine Luftmenge für das Wurzelsystem. Die Luftdurchlässigkeit der feinkörnigen Böden, um die es sich hier handelt, ist gering (vgl. Ramann, 1911). Ausserdem herrscht unter dichtem Unterwuchs fast ständig Windstille, so dass der Wind bei der Durchlüftung des Bodens kaum eine Rolle spielen kann. Um genügend sauerstoffreiche Luft zu erhalten müssen unter diesen Umständen die Wurzeln der Fichten nach Möglichkeit in der obersten Bodenschicht bleiben.

Hierbei spielen noch andere Momente mit. Die Waldböden im Fichtenunterwuchsgebiet sind kräftig podsoliert und dies bedeutet einer Verarmung des obersten Bodenhorizontes, der Bleicherdeschicht. Nach Hesselmann (1926 a) verringert die Podsolierung auch die Lockerheit des Bodens. Darum sind die Wurzeln der Fichte gezwungen

in den obersten Schichten zu bleiben. TAMM (1920) sieht die Bleicherde in Podsolböden als eine Art Isolierungsschicht zwischen kolloidreicher Braunerde und dem Humus an, wodurch das Bestreben des Wurzelsystems erklärt wird teilweise in die Humusschicht, teilweise in die Braunerde zu wachsen. Auch LAITAKARI (1927) weist auf die Möglichkeit hin, dass Veränderungen im Nährstoffgehalt des Bodens den Verlauf der flachgründigen Wurzeln beeinflussen können, wenn auch bei Kiefern die Erscheinung, dass die Bleicherdeschicht von den Wurzeln vermieden wird, nicht gerade häufig ist. Die Wurzeln der Fichte scheinen sich jedoch in dieser Beziehung anders zu verhalten. Sie können nämlich offenbar nur schwer die nährstoffarme Bleicherdeschicht durchdringen. So kann die ausgeprägte Flachgründigkeit des Wurzelsystems der Unterwuchsfichten zum Teil durch die Podsolierung der Waldböden des Untersuchungsgebietes und die damit im Zusammenhang stehende Verarmung der oberen Schichten des Mineralbodens bedingt sein.

ULKOMAISTEN PUULAJIEN KASVU- JA MENESTYMISSUHTEISTA

ERÄÄSSÄ KULOSAAREN YKSITYISPUISTIKOSSA

P. S. TIKKA

ÜBER DAS WACHSTUM UND GEDEIHEN GEWISSER AUSLÄNDISCHER HOLZARTEN IN EINEM KLEINEN PRIVATPARK AUF KULOSAARI BEI HELSINKI

REFERAT

HELSINKI 1929

HELSINKI 1929
SUOMAL. KIRJALL. SEURAN KIRJAPAINON OY.

Sisältö.

Alkulause.

Työni aikana olin saanut arvokkaita neuvoja ja opastusta, myös käsikirjoituksen lukemisen muodossa, edesmenneeltä, kunnioitetulta opettajaltani, tohtori LAURI ILVESSALO*lta. Kaikista niistä tunnen olevani hänelle suuressa kiitollisuuden velassa. Käsikirjoituksen lukemisesta ja monista puistikkoa koskevista tiedonannoista on minun suuresti kiittäminen isääni, rakennusmestari J. W.* TIKKAA. *Myös lausun parhaat kiitokseni tohtori J.* KERÄSELLE *hänen antamistaan erinäisistä lämpö- ja sademäärätiedoista.*

Tekijä.

Johdanto.

Suomessa tavataan ulkomaisia puulajeja viljeltyinä kaupungeissa, maatiloilla, valtionmetsissä, metsäkoulujen yhteydessä, huvila-alueilla ja muuallakin puistoistutuksina, metsäkulttuureina, metsinä, taimitarhakylvöinä ja -kokeiluina.[1] Niitä toimeenpantaessa on kussakin tapauksessa pidetty silmällä määrättyjen paikkojen kaunistamista, viljelyskokeita tai myös taloudellisia näkökohtia. Enemmän tai vähemmän umpimähkäisesti perustettujen ulkolaiskulttuurien ohella on olemassa sellaisia, jotka ovat toimeenpannut tieteellistä arvostelua kestävästi, suunnitelman mukaisesti ja tarkasti.

Sitä paitsi tavataan myös useilla pikkutiloilla, huvilapalstoilla tai asumuksilla, joilla vähänkin on maata ja puutarhaa asunnon ympärillä, istutettuina yksi tai useampia puuyksilöitä tai puulajeja. Ne ovat tavallisimmin hankitut taimina tai nuorina puina jostakin kauppataimitarhasta, jossa koristekasveja, -pensaita ja -puita kasvatetaan myytäviksi. Koska tarkoituksena yleensä on asunnon ympäristön kaunistaminen, ja onnistumisen edellytyksenä on aistikas järjestely ja huolellinen hoito, menestyvät puut ainakin jotenkuten. Mikäli epäonnistumista tapahtuu, voivat syynä siihen olla umpimähkäinen tainten tilaus, välttämättömien perustietojen puuttuminen puulajin menestymismahdollisuuksista y.m., jota paitsi ulkonaisten seikkojen takia usein syrjäytetään ne edellytykset, jotka puulaji vaatii hyvin menestyäkseen.

Koska viljelyskokeita ulkomaisilla puulajeilla ei suinkaan ole riittävästi tehty, vaan epäilemättä harrastusta ja toimintaa kysymyksessä olevalla alalla olisi tuntuvastikin laajennettava, on syytä ottaa huomioon pienimmätkin viljelykset ja yksittäispuutkin, kunhan vaan on olemassa riittävät takeet puulajin oikeasta nimestä, jota paitsi mitä suurimmaksi hyödyksi ovat myös luotettavat tiedot puun iästä, kasvusta ja olosuhteista, joissa puu on kasvanut, sekä ennenkaikkea siemenen alkuperästä. Täten

[1] Lauri Ilvessalo. Ulkomaalaisten puulajien viljelemismahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. Acta Forestalia Fennica 17. 1920.

saatua aineistoa toisiinsa vertaamalla voidaan saada huomattavaakin lisävalaistusta kysymykseen ulkomaisten puulajien viljelemismahdollisuuksista Suomessa.

Sellaisena pyrkii omalta osaltaan olemaan seuraava selostus eräästä 35 puulajia (40 yksilöä)[1] käsittävästä yksittäisviljelyksestä, jonka on perustanut isäni, rakennusmestari J. W. Tikka omistamalleen huvilapalstalle Kulosaaressa.

[1] Niiden lisäksi 26 vähemmän tärkeätä koristepuuta tai -pensasta.

Paikalliset luontosuhteet.

Kulosaari, jossa puistikko sijaitsee, kuuluu Helsingin lähimpään saaristoon (60° 10′ pohj. lev.). Saaren etelänpuolinen, asuttu osa on ylävähköä, kivistä hiekkakangasta (moreenisoraa), jolla kasvaa harvennettua männikköä, seassa kuusta, koivua, pihlajaa ja tuomea. Pohjoispuoli saaresta on laakeampaa maata, jolla kasvaa etupäässä koivun sekaista kuusimetsää. Vähäiset suot ovat ojitetut.

Suomen eteläisellä rannikkokaistaleella (Uudellamaalla) ovat talvet lämpimämmät ja päinvastoin kevät, loppukevät, alkukesä ja keskikesä kylmemmät kuin sisempänä maassa. Lämpimimmän kuun (heinäkuun) keskiarvo on rannikolla alle + 16° (C), pakkasten keskimääräinen minimi — 20° eikä pakkanen juuri milloinkaan kykene sivuuttamaan — 30°. Kesäpuoleen ovat hallat vaarallisia ainoastaan alkukesästä, jolloin meri jäähdyttää rannikkojen ilman. Sademäärä on runsaampi kuin muualla maassamme nousten Helsingistä länteen olevalla rantaseudulla, aivan meren läheistä rannikkoa lukuun ottamatta, yli 700 mm:iin. Sateisin on yleensä elokuu, kuivin huhtikuu. Kesäkuussa muodostuu rannikolla osaminimi, ja alkukesällä haittaa kasvillisuutta liika kuivuus, etenkin rannikolla. — Helsingissä on vuoden keskilämpötila + 4.6°, helmikuun — 6.1° ja heinäkuun + 16.4°. Vuotuinen sademäärä on 704 mm, suurin päivittäinen 62 mm. Sadepäiviä on vuodessa 186, runsaammin on niitä syksyllä. Lumipeite on maassa 130 päivää. Pysyväinen lumipeite tulee tavallisesti joulukuussa. Kentiltä sulavat lumet keskim. 15 p:nä huhtikuuta, metsistä toukokuun 3 p:nä.[1]

Kulosaari on verraten suojassa rajuilta tuulilta ja myrskyiltä. Tuulista on lounas- ja etelätuulet lukuisimmat.[1] Paikkakunta sijaitsee Suomen vähinhallaisella alueella.[2] Saaren luontosuhteet ovat myös omiaan vähentämään hallavaaraa.

[1] Suomenmaa. Maantieteellistaloudellinen ja historiallinen tietokirja. I. Uudenmaan lääni. Helsinki 1919.

[2] A. K. Cajander. Metsänhoidon perusteet. I. Kasvibiologian ja kasvimaantieteen pääpiirteet. Porvoo 1916. S. 260, kartta.

Puistikko sijaitsee Kulosaaren S-rannalla. Palstan pinta-ala on 0.42 ha. Sen korkein kohta, kalliolaki (10 m merenp.), on N-puolella, josta maanpinta alenee viettävästi S-suuntaan. Kasvupaikat, joille ulkomaiset puulajit ovat sijoitetut, ovat seuraavat:

Oxalis-Myrtillus-tyypin (OMT) maa sijaitsee loivalla, suojatulla NW-rinteellä, jolla kasvaa sekametsää, jonka alla on harvanlaista pihlajikkoa, kuusta ja tuomea. Lumen korkeus on keskimäärin 60 cm, ja sulaa lumi keväisin hitaasti. Ulkomaisia puulajeja 3 kpl;

Myrtillus-tyypin (MT) maa on lounas- ja etelärinteen tasaisella, suojatulla yläosalla, jolla kasvaa harvennettua mänty-koivumetsää. Lumen korkeus on keskim. 40 cm. Keväällä lumi sulaa aikaisin, mutta ei varsin nopeasti. Ulkomaisia puulajeja 27 kpl;

Vaccinium-tyypin (VT) maa sijaitsee etelärinteen loivalla alaosalla, jota lievästi varjostavat harva männikkö ja männyn, katajan sekä pihlajan nuorennos. Lumen korkeus on 20—40 cm. Keväisin sulaa lumi aikaisin ja nopeasti. Maan pintakasvillisuus osittain kulottuu poutaaikoina. Ulkomaisia puulajeja 5 kpl.

Puistikko on perustettu v. 1912. Taimet olivat hankitut Tuomarinkylän kartanosta, jonka taimitarha niihin aikoihin oli luotettava ja arvossa pidetty. Tilattujen tainten ikä vaihteli 2—5 vuoteen. Istutuskuoppien täytemultana käytettiin hieman saven sekaista puutarhamultaa. Istuttaminen tapahtui keväällä, jolloin maa jo oli sulanut kirrestä ja lämminnyt, mutta taimet eivät vielä olleet puhjenneet kasvuun. Ensimmäisinä vuosinaan on nuoria puita hoidettu huolellisesti kastelemalla ja lannoittamalla, peittämällä hallanarimmat niistä talvisin havuilla, poistamalla kuivuneet kasvinosat j.n.e. Viimevuosina ovat puut kuitenkin saaneet kasvaa jotenkin omissa oloissaan. Puistikon menestymissuhteista on jatkuvasti pidetty kirjaa.

Puulajien kasvu- ja menestymissuhteet vv. 1912—1928.

Seuraavassa käsitellään puulajit siinä järjestyksessä ja nimien kirjoitustapaa käyttäen kuin ne esiintyvät A. K. CAJANDERin teoksessa: *Metsänhoidon Perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet.* (Porvoo 1917.) Vuotuinen pituuskasvu, pituus ja ikä ovat määrätyt kunkin mainitun vuoden syksyllä puiden lopetettua kasvunsa. Talvisin oli tehty muistiinpanoja puun pituuden ja lumen vahvuuden välisestä suhteesta.

HEIMO *CUPRESSACEÆ*.

Chamæcyparis Lawsoniana (Murr.) Parl. Puhtaan vihreä muoto. Kasvupaikka MT:n maalla. Kasvutulokset vv. 1913—1928:

Vuosi 19—	–13	–14	–15	–16	–17	–18	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25	–26	–27	–28
Ikä v.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Vuot. pit. kasvu cm ..	5	3	6	4	5	6	7	11	16	10	10	8	6	6	15	11
Pituus cm	17	20	26	30	35	41	48	59	75	85	95	103	109	115	130	141

Puu on maata matava ja pensasmainen ollen haaroittunut 2 päähaaraan n. 5 cm:n korkeudella maasta. Ollut pysyväisesti talvista lumen vahvuutta matalampi; toisinaan jäänyt talvella havuilla peittämättä. Toinen (eniten pystyssä oleva) haara on suurelta osaltaan kuivunut. Useina vuosina ovat varsinkin latvakasvainten kärkiosat myöhäiseen syksyyn saakka jääneet valmistumatta (puutumatta) talven varalle, jolloin pakkaset toisia niistä palelluttavat. Keskim. vuot. pituuskasvu kohonnut tasaisesti 5.0 cm:stä 7.8 cm:iin.

HEIMO *ABIETACEÆ*.

Abies pectinata D.C. Kasvupaikkana MT:n maa. Paikalle kerääntyy tavallista runsaammin lunta. Kasvutulokset vv. 1913—1928:

Vuosi 19—	–13	–14	–15	–16	–17	–18	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25	–26	–27	–28
Ikä v.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Vuot. pit. kasvu cm	10	18	12	25	16	16	32	26	19	45	(50)	(30)	(3)	(12)	(27)	5
Pituus cm ..	30	48	60	85	101	117	149	175	194	239	(289)	(319)				244

Puu on suorarunkoinen. Ollut 13 vuotta pysyväisesti lumen vahvuutta korkeampi, viimeksi lähes 2 metriä. Päästyään 3.19 m:n pituiseksi, jota ennen ainoastaan oksakärkiä oli lievästi vioittunut, tuhoutui 2 ylintä vuosikasvainta.[1] Alempaa kasvanut uusi sivurunko kasvoi 3 vuotena, mutta siitäkin on ylin latvakasvain kuollut. V. 1928 kasvanut uusi sivurunko (vuosikasvain) on 5 cm:n pituinen, ja sen kärkeen on puun pituus 244 cm. Keskim. vuot. pituuskasvu oli vuoteen 1924 saakka tasaisesti kohonnut 10.0 cm:stä 22.8 cm:iin.

A. concolor Lindl. et Gord. Kasvaa päivänpaisteisella VT:n ahorinteellä. Kasvanut vv. 1913—1928 seuraavasti:

Vuosi 19—	–13	–14	–15	–16	–17	–18	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25	–26	–27	–28
Ikä v.	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Vuot. pit. kasvu cm ..	14	25	23	18	24	20	21	19	16	22	38	28	37	34	43	34
Pituus cm	30	55	78	96	120	140	161	180	196	218	256	284	321	355	398	432

Puu on suorarunkoinen ja kaunismuotoinen. Minkäänlaisia vaurioita ei ole huomattu sen kärsineen. Se on aivan omissa oloissaan tullut erinomaisesti toimeen voittaen tuntuvasti kasvussa lähistön samanlaisissa olosuhteissa kasvavan mänty- ja kuusinuorennoksen. Keskim. vuot. pituuskasvu kohonnut tasaisesti 7.5 cm:stä 22.7 cm:iin.

---

[1] Syynä tuhoutumiseen voi olla kenties se seikka, että puu eräästä syystä v. 1925 siirrettiin toiseen paikkaan.

A. umbilicata Beissn. Kasvupaikkana MT:n maa. Kasvutulokset vv. 1913—1928:

Vuosi 19—	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Vuot. pit. kasvu cm ..	7	9	13	14	10	10	11	7	15	29	16	25	29	36	27	29
Pituus cm	20	29	42	56	66	76	87	94	109	138	154	179	208	244	271	300

Puu on suorarunkoinen ja sen latvus säännöllisesti kehittynyt. Ollut pysyväisesti lumen vahvuutta korkeampi n. 12 vuotta, viimeksi lähes 2 ½ metriä. Lukuun ottamatta muutamien oksakärkien neulasten lievää ruskettumista ei puu ole kärsinyt vaurioita. Keskim. vuot. pituuskasvu on tasaisesti kohonnut 6.6 cm:stä 16.6 cm:iin.

A. arizonica Merr. Kasvaa MT:n metsikössä. Kasvutulokset vv. 1913—1928:

Vuosi 19—	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Vuot. pit. kasvu cm ..	8	11	13	11	10	9	13	14	5	11	25	27	22	25	17	28
Pituus cm	19	30	43	54	64	73	86	100	105	116	141	168	190	215	232	260

Puu on suorarunkoinen ja kaunismuotoinen. Ollut n. 12 vuotta pysyväisesti lumen vahvuutta korkeampi, viimeksi lähes 2 metriä. Minkäänlaisia vaurioita ei ole huomattu sen kärsineen. Keskim. vuot. pituuskasvu on verraten tasaisesti kohonnut 6.3 cm:stä 14.4 cm:iin.

A. Veitchii (Lindl.) Carr. Kasvupaikkana MT:n kankaan loiva rinne. Puu on kasvanut vv. 1913—1928 seuraavasti:

Vuosi 19—	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Vuot. pit. kasvu cm ..	6	9	6	8	2	5	7	10	10	16	16	10	30	4	5	28
Pituus cm	18	27	33	41	43	48	55	65	75	91	107	117	147	151	156	184

Puu on suorarunkoinen. Nuorempana oli sen latvus pallomainen syystä, että oksat kasvoivat pituutta tuntuvammin kuin latvakasvain. Nykyään

on puu säännöllisen muotoinen. Toisinaan ovat ylempien oksien kärjet vioittuneet ja neulaset lievästi ruskettuneet. Nämäkin jäljet ovat kadonneet, eikä puu viime vuosina ole kärsinyt vaurioita, luultavasti syystä, että se nykyään on jo tuntuvasti lumen vahvuutta korkeampi. Keskim. vuot. pituuskasvu, joka enimmäkseen pysytteli 6—7 cm:n vaiheilla, on sittemmin nopeasti kohonnut 10.2 cm:iin.

Tsuga canadensis (L.) Carr. Kasvupaikka: MT. Kasvutulokset vv. 1913—1928:

Vuosi 19—	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Vuot. pit. kasvu cm ..	8	13	8	7	6	13	12	20	26	7	11	18	9	15	20	15
Pituus cm	35	43	51	58	64	77	89	109	135	142	153	171	180	195	215	230

Puu on pensasmainen ollen lähellä maata haarautunut 3 päähaaraan, joista 1 kasvaa verraten pystyssä. Puu on leveä, ei kuitenkaan erikoisesti maata matava. Nuorempana on se talvisin painunut lumen alle, mutta nykyään on se tuntuvasti (n. 1 m) lumen vahvuutta korkeampi. Oksien latvakasvaimia ja pieniä oksia on toisinaan ja varsinkin syksyllä tuhoutunut kasvainten jäädessä puutumatta pakkasten varalle. Muuten ei pensas ole erikoisemmin huonon näköinen. Keskim. vuot. pituuskasvu on vaihdellen kohonnut 8.7 cm:stä 12.1 cm:iin.

Picea obovata Led. (Siemen ulkomainen). Kasvupaikkana MT:n metsikkö. Puu on vv. 1916—1928 kasvanut seuraavasti:

Vuosi 19—	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Vuot. pit. kasvu cm	6	13	8	8	7	7	16	14	22	18	15	6	2
Pituus cm	64	77	85	93	100	107	123	137	159	177	192	198	200

Puu on suorarunkoinen ja sen latvus säännöllisesti kehittynyt. Ei ole kärsinyt vaurioita. Keskim. vuot. pituuskasvu on vaihdellen pysytellyt 9—11 cm:n vaiheilla.

P. alba (Ait.) Link. Kasvoi VT:n rinteellä seuraavasti:

Vuosi 19—	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20
Ikä v.	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Vuot. pit. kasvu cm	12	15	12	19	17	20	10	22	25
Pituus cm	39	54	66	85	102	122	132	154	179

Puu oli suorarunkoinen ja kaunismuotoinen. Teki parina vuotena käpyjä. Oli menestynyt hyvin, kunnes loppukesällä v. 1920 kuoli syystä, että kuivahkoksi kangasturpeeksi muuttunut juuristomulta ei liene tarjonnut ajanpitkään riittävää kosteutta ja ravintoa puulle. Mainittu kesä oli muuten ankarahkon poutainen. Keskim. vuot. pituuskasvu oli hyvin tasaisesti kohonnut 9.7 cm:stä 15.0 cm:iin.

P. pungens Engelm. Kasvupaikka VT:n valoisalla ahorinteellä. Puu on vv. 1916—1928 kasvanut seuraavasti:

N:o 1 (f. *glauca*)

Vuosi 19—	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Vuot. pit. kasvu cm	10	8	6	15	3	10	11	20	20	15	23	10	16
Pituus cm	78	86	92	107	110	120	131	151	171	186	209	219	235
N:o 2 (f. *argentea*)													
Ikä v.	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Vuot. pit. kasvu cm	8	16	12	9	13	11	14	15	10	28	24	(6)	4
Pituus cm	38	54	66	75	88	99	113	128	138	166	190		194

N:o 1 on suorarunkoinen ja säännöllisesti kehittynyt. N:o 2 on hieman mutkarunkoisempi. Edellisen vuoden latvakasvain kuivunut, mutta sijaan kasvanut uusi runko (vuosikasvain). Keskim. vuot. pituuskasvu on n:o 1:llä kohonnut tasaisenlaisesti 9.7 cm:stä 11.8 cm:iin ja n:o 2:lla 9.5 cm:stä 12.1 cm:iin.

Larix sibirica Led. Kasvupaikka: MT. Kasvutulokset vv. 1919—1928:

Vuosi 19—	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25	–26	–27	–28
Ikä v.	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vuot. pit. kasvu cm	27	18	24	28	27	18	23	21	15	14
Pituus cm	146	164	188	216	243	261	284	305	320	334

Puu on verraten suorarunkoinen ja sen latvus säännöllisesti kehittynyt. Ei ole kärsinyt vaurioita. Keskim. vuot. pituuskasvu pysytellyt viime vuosina 20 cm:n vaiheilla.

L. leptolepis (Sieb. et Zucc.) Gord. Kasvoi OMT:n metsikössä. Kasvutulokset vv. 1914—1925:

Vuosi 19—	–14	–15	–16	–17	–18	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25
Ikä v.	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vuot. pit. kavu cm	43	30	47	23	30	20	23	38	30	40	25	27
Pituus cm	57	87	134	157	187	207	230	268	298	338	363	390

Puun runko oli verraten suora ja sen latvus säännöllisesti kehittynyt. Oli pysyväisesti lumen vahvuutta korkeampi kasvuaikanaan nykyisellä paikalla. Kuoli v. 1925 syksyllä pakkasten vaikutuksesta. Kasvaimet eivät ripeän kasvun vuoksi olleet aina ehtineet täysin valmistua pakkasta kestämään. Puuta oli sitä paitsi toisinaan vaivannut lehtitäi, ja jokin hyönteinen oli kaivanut käytäviään oksiin. Keskim. vuot. pituuskasvu oli nopeasti ja tasaisesti kohonnut 14.2 cm:stä 26.0 cm:iin.

Pinus strobus L. Kasvoi MT:n metsikössä vv. 1913—20 seuraavasti:

Vuosi 19—	–13	–14	–15	–16	–17	–18	–19	–20
Ikä v.	3	4	5	6	7	8	9	10
Vuot. pit. kasvu cm	10	12	16	17	22	20	16	15
Pituus	30	42	58	75	97	117	133	148

Puu oli hyvin suorarunkoinen ja kaunismuotoinen. Kuoli v. 1920, jota ennen sen ei oltu huomattu kärsineen vaurioita. Mainitun vuoden alku-

kesästä alkaen ilmestyi oksain rungonpuolisiin neulasiin ruskettumista. Niistä se siirtyi vähitellen latvakärkiin, ja lopuksi jäi jäljelle vain neulastupsuja, jotka nekin viimein varisivat pois (*Lophodermium pinastri?*). Keskim. vuot. pituuskasvu oli kohonnut 10.0 cm:stä 14.8 cm:iin.

P. peuce Gris. Kasvupaikka: MT. Kasvutulokset vv. 1919—28:

Vuosi 19—	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vuot. pit. kasvu cm	7	12	7	12	11	10	13	10	10	7
Pituus cm	7	19	26	38	49	59	72	82	92	99

Puu on hyvin kehittynyt ja menestynyt.

P. cembra L. Kasvupaikka: MT. Vuosikasvaimet: 11, 8, 3, 13, 10, 9, 8, 10, 6, 10, 6 cm. Pituus 94 cm. Ikä 11 v. Puu on hyvin kehittynyt ja menestynyt. Toinen taimi on VT:n suojattomalla rinteellä kasvanut seuraavasti: Vuosikasvaimet: 8, 15, 16, 17, 5, 2, 5, 4, 5, 2, 3 cm. Pituus: 82 cm. Ikä 11 v. Puun latvapuoli on väärä ja huonon näköinen.

P. contorta Dougl. Kasvaa MT:n metsikössä. Kasvutulokset vv. 1913—1928:

Vuosi 19—	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Vuot. pit. kasvu cm	14	26	27	(25)	(12)	(9)	7	10	7	11	7	7	9	12	5	10
Pituus cm	26	52	79			(125)	86	96	103	113	121	128	137	149	154	164

Vuoteen 1918 kasvoi puu hyvin, ja sen runko oli suora. Sen jälkeen kuin 3 ylintä latvakasvainta tuhoutui, kasvoi sivusta uusi runko, joka nykyään on mutkallinen, kituvahko ja sen latvus huonon nä öinen. Varsinaista syytä puun nykyiseen tilaan ei varmasti tiedetä (rungon taittuminen?). Keskim. vuot. pituuskasvu on iän mukana laskenut.

HEIMO *BETULACEÆ*.

Betula lutea Michx. Kasvaa MT:n metsikössä ja on saavuttanut vv. 1914—1928 seuraavat kasvutulokset:

Vuosi 19—	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Vuot. pit. kasvu cm	20	13	40	18	40	34	45	62	40	64	53	40	44	37	35
Pituus cm	145	158	198	216	256	290	335	397	437	501	554	594	638	675	710

Puu on verraten suorarunkoinen ja sen latvus säännöllisesti kehittynyt. Minkäänlaisia vaurioita ei puu ole kärsinyt. Keskim. vuot. pituuskasvu kohonnut tasaisesti 24.1 cm:stä 35.5 cm:iin. — Puussa on runsaasti hedelmänorkkoja.

B. papyrifera Marsh. Istutettu v. 1913, kuoli loppukesällä 1914 5 vuoden ikäisenä.

HEIMO *FAGACEÆ*.

Fagus silvatica L. Kasvaa MT:n hieman loivalla rinteellä. Kasvutulokset vv. 1915—1928:

Vuosi 19—	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Vuot. pit. kasvu cm	7	10	8	9	15	5	25	18	12	23	3	10	17	24
Pituus cm	37	47	55	64	79	84	109	127	139	162	165	175	192	216

Puu on pensasmainen ollen aivan lähellä maanpintaa jakautunut 2 tukevaan päähaaraan ja nämä vuorostaan 2 tai 3 vahvempaan haaraan. Rungoista ovat 3 aivan pystyssä kasvavia. Ollut n. 7 vuotta pysyvästi lumen vahvuutta korkeampi, viimeksi vähän yli 1 m. Toisinaan on latvakasvaimia paleltunut ja kuivunut, mutta ei kuitenkaan huomattavammin, ja näyttää pensas olevan elpymään päin. Keskim. vuot. pituuskasvu on, joskin vaihdellen, kohonnut 6.1 cm:stä 11.4 cm:iin.

F. silvatica f. *atropurpurea* Kirchn. Kasvaa aivan lähellä edellistä. Kasvutulokset ovat seuraavat:

Vuosi 19—	–15	–16	–17	–18	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25	–26	–27	–28
Ikä v.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Vuot. pit. kasvu cm	7	5	12	11	6	11	14	17	37	33	26	20	13	5
Pituus cm	64	69	81	92	98	109	123	140	177	210	236	256	269	274

Puu on suorarunkoinen ja kaunismuotoinen. Minkäänlaisia vaurioita ei se ole kärsinyt. Keskim. vuot. pituuskasvu on tasaisesti kohonnut 9.1 cm:stä 13.5 cm:iin.

Quercus rubra L. Kasvupaikka: OMT. Istutettu v. 1914. Kuoli v. 1915 5 v. ikäisenä.

Q. coccinea Muenchh. Kasvaa MT:n metsikössä. Saavuttanut seuraavat kasvutulokset:

Vuosi 19—	–16	–17	–18	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25	–26	–27	–28
Ikä v.	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vuot. pit. kasvu cm	12	25	32	30	20	10	8	16	25	32	18	15	42
Pituus cm	45	70	102	132	152	162	170	186	211	243	261	276	318

Puu on suorarunkoinen haaroittuen kuitenkin 1 m:n korkeudella. Ollut pysyväisesti lumen vahvuutta korkeampi 11 vuotta, viimeksi vähän yli 2 m. Lukuun ottamatta muutamien oksien latvakasvainten kuivumista ei puu ole kärsinyt vaurioita. Keskim. vuot. pituuskasvu on, vaikkakin jonkunverran vaihdellen, kohonnut 9.0 cm:stä 18.7 cm:iin.

Q. sessiliflora Salisb. Kasvupaikka: OMT. Kasvutulokset vv. 1914 —1928:

Vuosi 19—	–14	–15	–16	–17	–18	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25	–26	–27	–28
Ikä v.	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Vuot. pit. kasvu cm	14	32	51	(27)	18	27	30	72	41	(35)	27	(40)	33	28	23
Pituus cm	21	53	104		122	149	179	251	292		319		352	380	403

Puun runko on alussa suora, mutta haaraantuu n. 70 cm:n korkeudella 3 päähaaraan. Ollut lumen vahvuutta korkeampi n. 11 vuotta, viimeksi lähes 3 m. Toisinaan runsaan pituuskasvun vuoksi eivät kasvaimet aina ehdi valmistua pakkasten varalle, vaan tuhoutuvat. Vaurioiden jäljet kuitenkin pian peittyvät, ja on puu kauniin ja elinvoimaisen näköinen. Keskim. vuot. pituuskasvu on nopeasti, joskin hieman vaihdellen, kohonnut 7.0 cm:stä 23.7 cm:iin.

HEIMO *JUGLANDACEÆ*.

Juglans nigra L. Kasvupaikka: MT. Istutettu v. 1914. Kuoli syksyllä v. 1922 10 v. ikäisenä. Kasvoi kesäisin pitkiä vuosikasvaimia, jotka eivät aina ehtineet valmistua (puutua), vaan jäivät myöhäiseen syksyyn saakka läpikuultaviksi ja tuhoutuivat. Milloin näin tapahtui, kuivuivat talven yli säilyneet rungot myös samalla maahan saakka. Siitä huolimatta nousi keväisin 2 à 3 uutta runkoa (vuosikasvainta), jotka kasvoivat keskim. 35 cm. V. 1922 kasvoi ainoastaan yksi 47 cm:n pituinen runko maasta, mutta yllätti sen vielä lehdessä ollessa syyspakkaset, eikä puu enää toipunut.

HEIMO *SALICACEÆ*.

Populus balsamifera L. Kasvaa MT:n rinnemaalla. Kasvutulokset vv. 1913—1928:

Vuosi 19—	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Vuot. pit. kasvu cm	17	21	28	23	50	35	47	24	59	28	46	40	30	45	43	40
Pituus cm	80	101	129	152	202	237	284	308	367	395	441	481	511	556	599	639

Puu on n. puoliväliin suora, sen jälkeen haaroittunut. Ei ole kärsinyt vaurioita. Keskim. vuot. pituuskasvu kohonnut 13.3 cm:stä 30.4 cm:iin.

P. alba L. Kasvupaikkana VT:n viettävä, varjostamaton etelärinne. Kasvutulokset vv. 1913—1928:

Vuosi 19—	–13	–14	–15	–16	–17	–18	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25	–26	–27	–28
Ikä v.	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Vuot. pit. kasvu cm .	(8)	(11)	(17)	(16)	(18)	(17)	(23)	(5)	(5)	12	13	23	24	(14)	15	24
Pituus cm .	(95)								(207)	20	33	56	70		85	109

Vuoteen 1921 saakka puu kasvoi ja menestyi hyvin, kunnes sen runko kuivui, niin ettei jäänyt kuin 20 cm:n pituinen tyviosa, jonka keskikohdalta kasvoi 2 uutta runkoa sekä aivan maasta 3 vesaa. V. 1926 tuhoutui niistä kaikista vuosikasvain. Nykyään on puu kituvanlainen. Syynä tuhoutumiseen lienee myös liian kuiva ja suojaamaton kasvukohta.

P. alba l. *Bolleana* (Mast.) Vesm. oli MT:n metsikössä kasvanut 16 vuodessa 5.4 m:n pituiseksi (v. 1921). Puutarhaa järjestettäessä siirrettiin puu toiseen paikkaan, mutta 3 v. kuluttua kuivui suurin osa puun runkoa. Kasvu jatkuu »runkovesoista». Eräästä katkaistusta juuresta kasvanut vesa on hyvin menestynyt (vuosikasvaimet 33, 28, 62 ja 42 cm) ja sen pituus (v. 1928) 165 cm.

Salix alba L. Kasvupaikka: MT. Istutettu v. 1912. Ikä 4 v. Kuoli v. 1913. — Samoin kävi kotimaisille pajuille *S. Lapponum*, *S. caprea*, *S. repens* ja *S. acutifolia*.

HEIMO *TILIACEÆ*.

Tilia platyphyllos Scop. Kasvaa MT:n metsikössä. Kasvutulokset vv. 1916—1928:

Vuosi 19—	–16	–17	–18	–19	–20	–21	–22	–23	–24	–25	–26	–27	–28
Ikä v.	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Vuot. pit. kasvu cm	25	20	20	38	34	66	48	28	29	27	55	34	60
Pituus cm	121	141	161	199	233	299	347	375	404	431	486	520	580

Puu on suorarunkoinen ja sen latvus säännöllisesti kehittynyt. Ei ole kärsinyt minkäänlaisia vaurioita. Keskim. vuot. pituuskasvu on tasaisesti kohonnut 17.3 cm:stä 30.5 cm:iin.

HEIMO *ACERACEÆ*.

Acer dasycarpum Ehrh. Kasvupaikkana MT:n maa. Kasvutulokset vv. 1912—1928:

Vuosi 19—	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Vuot. pit.kasvu cm	42	60	(40)	38	45	46	(50	(60)	(40)	40	20	55	20	(30)	20	20	83
Pituus cm ..	73	133		171	216	262				302	322	377	397		417	437	520

Puu on 1.5 m:n korkeudella ja ylempää jakautunut 7 haaraan. Ollut pysyvästi lumen vahvuutta korkeampi n. 15 vuotta, viimeksi n. 4 m. Runsaan ja myöhäiseen syksyyn saakka kestävän kasvun takia eivät kasvaimet ole aina ehtineet puutua, vaan on varsinkin kärkipuoli niistä jäänyt läpikuultavaksi nahjistuen pakkasten vaikutuksesta, jolloin kasvaimet osittain tai kokonaan tuhoutuivat. Siitä huolimatta on puu rehevän ja kauniin näköinen. Keskim. vuot. pituuskasvu on nopeasti, joskin vaihdellen, kohonnut 10.7 cm:stä 26.0 cm:iin.

A. Schwedleri.[1] Kasvupaikka: MT. Istutettu v. 1914. Ikä n. 22 v. Pituus 620 cm. Keskim. vuot. pituuskasvu n. 28 cm. Ei ole kärsinyt vaurioita.

HEIMO *ROSACEÆ*.

Prunus virginiana L. Kasvupaikka: MT. Kasvutulokset vv. 1913—28: Puu oli vuoteen 1916 saakka yksirunkoinen, mutta kuivui miltei maahan saakka (syy tuntematon). Puun ikä oli tällöin 6 v. Seuraavana keväänä ja myöhempinä vuosina on sekä tyvikohdasta että kauempaa (juurista) noussut kymmenkunta vesaa. Nämä ovat kasvaneet runsaan-

---

[1] Nimi ei esiinny s. 9 main. teoksessa.

laisesti pituutta (esim. yhden vuosikasvaimet: 28, 20, 40, 28, 43, 23, 13 ja 25 cm). Nykyään ovat vesat 180—300 cm pitkiä ja 11—14 v. ikäisiä. Eivät ole kärsineet vaurioita.

Pr. serotina Ehrh. Kasvupaikka: MT. Kasvutulokset vv. 1915—1928:

Vuosi 19—	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Vuot. pit. kasvu cm	20	18	15	19	42	30	12	18	33	31	20	25	32	18
Pituus cm	110	128	143	162	204	234	246	264	297	328	348	373	405	423

Puun runko on 120 cm:n korkeudella jakautunut 3 haaraan, jotka ovat jonkunverran mutkallisia. Latvus on leveä. Ollut miltei koko kasvuaikanaan nykyisellä paikalla lumen vahvuutta korkeampi. Vuosikasvaimia toisinaan kuivunut joko kokonaan tai vain kärkiosasta. Vauriot, jotka lienevät etupäässä varhaisten syyspakkasten aiheuttamia, ovat tuskin huomattavia, eikä puu näytä niistä kärsivän. Keskim. vuot. pituuskasvu kohonnut verraten tasaisesti 13.7 cm:stä 20.0 cm:iin.

Tässä yhteydessä mainittakoon ***Sorbus fennica*** (Kalm.) Fr. (Ahvenanmaalta). Kasvupaikka: MT. Istutettu v. 1914. Ikä 20 v. Pituus 640 cm (v. 1928). Puu on suorarunkoinen ja kaunismuotoinen. Viimeksi mainittuna vuonna tehnyt runsaasti ja ensimmäisen kerran hedelmiä.

Cratægus coccineus L. Kasvupaikka: VT:n viettävä, varjostamaton rinne. Kasvutulokset vv. 1913—1928:

Vuosi 19—	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v.	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Vuot. pit. kasvu cm	20	22	15	13	10	14	15	9	10	13	20	20	9	6	9	23
Pituus cm	120	142	157	170	180	194	209	218	228	241	261	281	290	296	305	328

Runko alussa suora, mutta jakautuu 120 cm:n korkeudella 4 päähaaraan, joiden rungot ovat mutkallisia. Ollut miltei koko kasvuaikanaan nykyisellä paikalla lumen vahvuutta korkeampi. Ei ole kärsinyt vaurioita. Keskim. vuot. pituuskasvu on iän mukana alentunut 20.0 cm:stä 15.6 cm:iin.

Amelanchier canadensis. Kasvupaikka: puutarha. Istutettu v. 1913. Puussa on maasta alkaen 10 suoraa runkoa, joista 6 pituus on 350—410 cm, ikä 15—18 v. ja 4 pituus 60—120 cm, ikä 5—8 v. Erään vuosikasvaimet: 23, 53, 60, 43, 30, 40, 23, 40, 35, 20 ja 13 cm; erään toisen taas: 32, 25, 45, 63, 60, 63, 67, 45, 10, 25 ja 13 cm. Ei ole kärsinyt vaurioita. Tehnyt runsaasti hedelmiä.

Muita puita tai pensaita:

Laburnum vulgare Gris. Kasvoi puutarhapenkissä. Istutettu v. 1914. V. 1925 oli sen ikä 13 v. ja pituus 120 cm. Tuli sattuneesta syystä hävitettyä. — Kaksi *Cytisus alpinus*-nimellä esiintyvää tainta, jotka istutettiin samaan aikaan kuin ensin mainittu, kuolivat v. 1915. — Samoin on käynyt *Hippophaës rhamnoides*-taimen ja *Eleagnus argentea*-pensaan. — *Caragana pygmea*, *Spiræa chamædryfolia* ynnä 12 muuta lajia, *Rubus odorata*, *R. nutkanus*, *Sambucus racemosa*, *S. canadensis*, *Viburnum roseum*, *Lonicera Albertii* y.m. ovat menestyneet yleensä hyvin.

Loppukatsaus.

Siementen alkuperää ei tunneta, joten puulajin menestymisen tai epäonnistumisen pohjimmainen syy on voinut jäädä tuntemattomaksi.

Taimet istutettiin nykyisille kasvupaikoilleen 2—5 v. vanhoina. Puiden ikä v. 1928 oli keskimäärin 19 vuotta, joten kunkin puulajin menestymistä arvosteltaessa voidaan pitää silmällä niitä olosuhteita, joiden vallitessa puut ovat suurimman osan iästään kasvaneet. Puiden ikään ja siihen nähden, että miltei kaikki puulajit ovat nykyään jo paikallista, talvista lumen vahvuutta korkeampia, ei arvosteleminen liene ennenaikaista. Haittana on tosin se seikka, että kutakin käsiteltyä puulajia edustaa, muutamaa lukuun ottamatta, vain yksi puuyksilö, joten vertailuja useamman saman puulajin menestymis- ja kasvusuhteista samalla tai useammalla kasvupaikalla ei ole voitu tehdä. Myönteisessä tapauksessa ei siihen kuitenkaan olisi ollut mahdollisuuttakaan palstan ahtaissa rajoissa.

Katsauksessa eri puulajien kasvu- ja menestymissuhteisiin erilaisilla kasvupaikoilla on jo esitetty tietoja puun iästä, vuotuisesta juoksevasta pituuskasvusta ja pituudesta kunakin vuonna sekä puun kehityksestä ja muodosta. 17—20-vuotisten *havupuiden* pituus (v. 1928) vaihtelee 141—432 cm:n välillä; vuotuinen pituuskasvu 2—55 cm:n välillä, keskimäärän ollessa 16 cm vuodessa. 17—20-vuotisten *lehtipuiden* pituus (v. 1928) vaihtelee 216—710 cm:n välillä; vuotuinen pituuskasvu 3—81 cm:n välillä, keskimäärän ollessa 26 cm. Puiden kasvun huomataan olevan aivan alku-ikäkausina vähäisen, sen jälkeen on kasvu keskimäärin vuosi vuodelta parantunut. Tämä huomataan kuvasta 1, joka esittää muutamien tärkeimpien puulajien pituuden eri ikäkausina, sekä kuvasta 3, joka esittää havupuiden ja lehtipuiden vuosikasvainten keskimääräistä pituutta eri vuosina. Yleensä ei vuotuinen juokseva pituuskasvu eri puulajeilla ole kuitenkaan ollut tasainen tai tasaisesti kohoava, vaan on huomattaviakin nousuja ja laskuja tapahtunut. Seikat tai tekijät, jotka tähän voivat vaikuttaa, ovat moninaisia: tilapäiset vauriot, kuten

tuhosienten ja -hyönteisten aiheuttamat, vioittuminen, varjostussuhteissa tapahtuneet muutokset, kasvun voimakkuus eri ikäkausina, puun pituus ja tämän suhde hallanarkuuteen, puun pituuden ja lumen korkeuden välisestä suhteesta aiheutuva erilainen alttius pakkasille, puulajin biologiset ominaisuudet, edellisen vuoden tai saman vuoden kasvukauden lämpösuhteet ja sademäärä, syys-, talvi- ja kevätpakkaset j.n.e. Sääsuhteiden vaikutusta puiden kasvuun voidaan tarkastaa kuvien 2, 3, 4 ja 5:n avulla, joista ensin mainittu samalla osoittaa, missä rajoissa eri puulajien kasvu eri vuosina on vaihdellut.

Koska on kysymys ulkomaisista (ja myös eri ilmastoryhmiin kuuluvista) puulajeista, joiden viljelemismahdollisuudet aivan ratkaisevasti riippuvat ilmastosuhteista[1], on päähuomio kiinnitettävä sääsuhteiden vaikutukseen puiden kasvuun.[2] Jotta tämä kävisi suuremmassa määrin mahdolliseksi, olisi eliminoitava muut tekijät pois, ottaen kuitenkin huomioon esim. sen seikan, että jonkun tällaisen tekijän aiheuttama puun heikentyminen saattaa lisätä sääsuhteiden taholta tulevaa tuhon mahdollisuutta. Tässä suhteessa ovat tärkeänä apuna vuosittaiset muistiinpanot puita kohdanneista vaurioista, merkintöjen nojalla kun saadaan selville arveltu todennäköisin tuhon y.m.s. syy.

Ennen kuin ryhdytään tarkastamaan sääsuhteiden vaikutusta, selvitellään siis ensin ne vauriot ja niiden aiheuttajat, jotka varmimmin on todettu.

Tilapäisiä vaurioita eivät puut yleensä ole kärsineet. Hyönteisvaurioista on *Larix leptolepis* jonkunverran kärsinyt näiden kuitenkaan erikoisesti vaikuttamatta puun pituuskasvuun ja tilaan. Tuhosienen tuhoama on *Pinus strobus.* Rungon taittuminen on aiheuttanut, että *Pinus contorta* on sen jälkeen kasvanut kituen. Puun siirrosta vioittuivat osittain *Abies pectinata* ja *Populus alba* l. *Bolleana.*

Kuten katsauksesta paikallisiin luontosuhteisiin s. 7—8 käy selville, ovat ne verrattain suotuisat, varsinkin paikan suojaisuuteen, hallan vähyyteen ja ilmastosuhteisiinkin nähden. Varjostussuhteissa ei ole tapahtunut sanottavia muutoksia. Metsätyypit OMT, MT ja VT ovat otetut huomioon sijoitettaessa puut nykyisille kasvukohdilleen. Sitä paitsi on VT:n rinteellä kasvavia puita tuntuvammin lannoitettu ja kasteltu, joten maaperäsuhteistakaan eivät puulajien kasvumahdollisuudet ensi sijassa

[1] Lauri Ilvessalo. Ulkomaalaisten puulajien viljelemismahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. Acta Forestalia Fennica 17. 1920. S. 98.

[2] Vrt. Erkki Laitakari: Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituus- ja paksuuskasvuun. Acta Forestalia Fennica 17. 1920.

riipu. Sademäärän mahdollinen merkitys vähenee sikäli, että puita on kasteltu varsinkin pahimpina pouta-aikoina. *Picea alba*, joka kasvoi VT:n rinteellä, kuoli poutakesällä v. 1920 todennäköisesti kuivuuden johdosta. Talvikauden sademäärään nähden on otettava huomioon, että lumi pyrki aina kinostumaan määrättyihin kohtiin, ja erikoisen vähälumisina talvina ja muulloinkin ovat puut varhaisimmalla taimi-iällä (*Chamæcyparis*-pensas vieläkin) olleet syksystä kevääseen peitettyinä. Erikoisen runsas- tai vähälumisilla talvilla on kuitenkin ollut merkitystä varhaisimman taimi-iänkin puihin syystä, että havupeite ei aina ole kyennyt suojaamaan taimia. Kun puut kasvavat suuremmiksi eikä havupeitettä enää käytetä, käy (sademäärän aiheuttaman) lumen vahvuuden, pakkasten (suojailman) ja puun pituuden keskinäisen suhteen merkitys ilmeisemmäksi. Tässä suhteessa on otettava huomioon myös poikkeavat sääsuhteet muutaman vuorokauden aikana. Tuoreimpana esimerkkinä mainittakoon v. 1928 syyskuun pakkaset. Mainitun kuun keskilämpötila oli + 10.4° (norm. + 10.5°), mutta kuun lopulla sattuneet pakkaset (— 1°) paleluttivat *Acer dacycarpum*in kasvainten kärjet mustiksi ja nahjistuneiksi. Talvella (esim. I. 1924) sulattavat suojasäät lunta, niin että se tuntuvasti alenee, mutta sitten seuraa usein pakkasia, jotka ovat tavallista ankarammat. Mainitun vuoden keväällä lumet sulivat alhaisen lämpötilan vuoksi verkkaan. Keväällä, jolloin kasvu alkaa, muodostuu lämpötila säteilyolojen mukaan usein niin, että öisin on lievää pakkasta, mutta päivisin auringon paistaessa sangen lämmintä. Esimerkit osoittanevat, että kuukauden keskilämpötilan ja sademäärän lukuarvot eivät aina anna oikeata kuvaa k.o. suhteessa, vaan on turvauduttava erikoismuistiinpanoihin. Havainnollisen kuvan saamiseksi siitä, minkälaisista talven eri kuukausien (tai kk.-ryhmien) keskilämpötiloista on kysymys, on kuitenkin piirretty kuva 5, jonka murtoviivoja voidaan verrata eri puulajien kasvua vastaavana vuonna esittäviin murtoviivoihin (kuvat 2 ja 3).

Tarkasteltaessa syys-, talvi- ja kevätpakkasten vaikutusta puiden menestymissuhteisiin on puiden kasvuaika jaettu kolmeen kehityskauteen: 1) kausi, jolloin puu on ollut pysyväisesti lumen vahvuutta matalampi; 2) kausi, jolloin puu on ollut jonkin verran korkeampi lumen vahvuutta, joten ylin tai ylimmät latvakerrokset ovat joutuneet alttiiksi pakkasille; 3) kausi, jolloin puu on ollut pysyvästi ja tuntuvasti lumen vahvuutta korkeampi.

1. kehityskausi. *Juglans nigra*n kasvaimet ovat syksyisin paleltuneet. Muissa puulajeissa ei ole huomattu vaurioita. Suurin osa puista on syksystä kevääseen saakka ollut peitettyinä havuilla.

2. kehityskausi. *Chamæcyparis*-pensaalta paleltui v. 1915 syyspakkasilla pystympi runkohaara. Oksien latvakärkiä on talvisin paleltunut. *Abies Veitchii* on pyrkinyt kasvamaan leveyttä. Pakkasten vaikutuksesta johtuu *Tsuga canadensiksen* ja *Fagus silvatica*n leveys ja pensasmaisuus. *Quercus rubra* tuhoutui v. 1915 syystalven pakkasilla. *Quercus sessiliflora*n vuosikasvaimen palellutti v. 1916—1917 tavallista ankarammat talvipakkaset. *Juglans nigra*n tuhosi v. 1922 lokakuun pakkaset (lämpötila —2.3° normaalia alhaisempi). Epätietoista on josko *Prunus virginiana*, jolta vuoden 1916 syystalvella runko tuhoutui maahan saakka, on pakkasen tuhoama.

3. kehityskausi. *Chamæcyparis*-pensas ei ole vieläkään päässyt lumenvahvuutta korkeammaksi. *Abies pectinata*n, *Tsuga canadensiksen, Prunus serotina*n ja *Fagus silvatica*n vuosikasvaimia lievästi vioittunut. *Larix leptolepis* tuhoutui v. 1925—1926 ankaroilla pakkasilla. Vv. 1917, 1923 ja 1925 syyspuolen pakkasilla paleltui *Q. sessiliflora*n ja v. 1925 *Acer dasycarpum*in vielä puutumattomia kasvaimia. V. 1928 syyskuun lopulla sattunut ankara ja harvinainen pakkasvaihe nahjistutti, kuten on mainittu, viimemainitun puulajin kasvainten kärjet.

Se seikka, että monet edellä mainituista vieläkin kasvavat ollen sitä paitsi elinvoimaisia ja säännöllisen näköisiä, johtuu suureksi osaksi siitä, että niillä, varsinkin lehtipuilla, päärungon ohella on tukevahkot sivurungot (esim. *A. dacycarpum, Prunus serotina*). Jos päärunko syystä tai toisesta murtuu tai pakkanen sen tuhoo, jatkavat tuholta säästyneet sivurungot tai niiden oksat edelleen kasvuaan ja ennenpitkää peittävät tuhon jäljet. Vielä saattaa tuhoutuneen osan juuresta kasvaa uusi runko (esim. *Q. sessiliflora, Abies pectinata* y.m.) Yksirunkoisilla puilla, varsinkin havupuilla, on paljon vaikeampi peittää vaurion jälkiä, jota paitsi puun kasvu jää kituvaksi (*A. pectinata, Pinus contorta*). *Prunus virginiana*n runko kuivui maahan saakka, mutta on juurista versonut 10-kunta vartta, jotka ovat elinvoimaisia ja suorarunkoisia.

Tässä yhteydessä mainittakoon muutamista fenologisista havainnoista. Kun kotimaiset lehtipuut 1. XI. 1928 olivat aivan lehdettömiä, oli lehtimäärä ja lehtien väri ulkomaisilla lehtipuilla (ja taas lehden puhkeaminen seuraavana keväänä) seuraava:

		(hiirenkorvalla)
Betula verrucosa	lehdetön (jo 10. X.)	(20. V. 1929)
Betula lutea	lehdetön	(26. V. 1929)
Fagus silvatica	täysilehtinen; väri: punakeltainen	(7. VI. 1929)
» » f. *atrop.*	» » »	(7. VI. 1929)

			(hiirenkorvalla)
Quercus sessiliflora	täysilehtinen;	väri: vihreän ruskehtava	(12. VI. 1929)
» *coccinea*	»	» vihreän keltainen	(7. VI. 1929)
Populus alba	»	» vihreä	(9. VI. 1929)
» » l. *Bolleana*	lehdetön		?
» *balsamifera*	»		(25. V. 1929)
Tilia platyphyllos	»		(28. V. 1929)
Acer dasycarpum	$^1/_2$ lehtiä jälj.;	» vihreän keltainen	(30. V. 1929)
Prunus virginiana	lehdetön		(24. V. 1929)
» *serotina*	täysilehtinen;	» tumman vihreä.	?

Vuoden 1928 lopulla oli *Fagus silvatica* vieläkin täysilehtinen, ja lehtien väri keltainen; *Quercus sessiliflora* niinikään täysilehtinen, mutta lehdet harmaan ruskeita ja käpristyneitä. *Prunus serotina*lla oli $^1/_5$ lehtimäärästä jäljellä, ja lehtien väri oli mustahkon vihreä. — Myös on kiinnitetty huomiota kasvukauden pituuteen ja varsinkin siihen, miten aikaisin tai myöhään eri puulajeilla vuosikasvain puutuu t.s. varustautuu syystalven pakkasia vastaan ottamaan. Havaintoja siitä, missä määrin kasvukauden sääsuhteilla ja sademäärällä on vaikutusta ravinnon keräämiseen y.m. nähden seuraavaa kasvukautta varten, ei ole tehty. Sen verran on kuitenkin usein käynyt selville, että suotuisat sääsuhteet kasvukautena ja lämmin syksy pidentävät useiden puulajien kasvukautta, joten niiden vuosikasvaimet puutumattomina voivat joutua äkillisen pakkasvaiheen aikana pakkasten tuhoamiksi ja tämän kautta vaikuttaa seuraavana kasvukautena tapahtuvaan kasvuun. Kuvat 2, 3, 4 ja 5 esittävät havainnollisesti, miten edellisen kasvukauden, pakkaskauden, kevään sekä saman kasvukauden sääsuhteet mahdollisesti ovat vaikuttaneet puiden kasvu- ja menestymissuhteisiin. Murtoviivoja toisiinsa vertaamalla saadaan tulokseksi seuraavaa:

I. Talvikuukausien ja kesäkuukausien keskilämpötiloja osoittavat murtoviivat kohoavat (edelliseen vuoteen verraten):
puiden kasvu[1] kohoaa: vv. 1916, 1919, 1920, 1923, 1925 ja 1927
» » laskee: —.

II. Talvikuukausien ja kesäkuukausien keskilämpötiloja esittävät murtoviivat laskevat (edell. vuoteen verraten):
puiden kasvu kohoaa: vv. 1921 ja 1926
» » laskee: » 1915 ja 1924.

---

[1] Kasvua esittävä murtoviiva.

III. Talvikuukausien keskilämpötiloja osoittavat murtoviivat kohoavat, mutta kesäkuukausien laskevat (edell. vuoteen verraten):
puiden kasvu kohoaa: vv. 1918 ja 1928
» » laskee: —.

IV. Talvikuukausien keskilämpötiloja osoittavat murtoviivat laskevat, mutta kesäkuukausien nousevat (edell. vuoteen verraten):
puiden kasvu kohoaa: vv. 1914 ja 1922
» » laskee: v. 1917.

Ainoastaan I:ssä ja III:ssa tapauksissa ilmenee puiden kasvussa yleensä yksinomaan kohoava suunta, muissa tapauksissa sekä kohoava että laskeva suunta. Niissäkin ilmenee kuitenkin eräänlainen yhdenmukaisuus, kun lähemmässä tarkastelussa otetaan huomioon eri puulajit ja talvikuukausien (XI—II) ja kesäkuukausien (VI—VIII) keskilämpötilojen poikkeukset normaalisesta sekä syksyn ja kevään lämpimyys (resp. kylmyys).

Mitä I. tapaukseen tulee, on hyvin todennäköistä, että kun syksyn, talven ja saman kasvukauden sääsuhteet ovat suotuisat (sitä paitsi XI—II kk:na 0—0.9° ja VI—VIII kk:na 0°—2.3° normaalia korkeammat), niin ilmenee niiden vaikutus puiden kasvussa ja menestymisessä. Ne ovat kohonneet.

Vaikkakin II:ssa tapauksessa talvikuukausien ja kesäkuukausien lämpötilaa osoittavat murtoviivat edelliseen vuoteen verraten tuntuvanlaisesti laskevat, ovat keskilämpötilat jotenkin normaaliset tai hieman korkeammatkin sitä. Vv. 1921 ja 1926 puiden kasvu edelliseen vuoteen verraten kohoaa, muutamaa lukuun ottamatta. V. 1915 kohoaa muiden puulajien paitsi *Acer dasycarpum*in, *Larix leptolepiksen*, *Betula lutea*n, *Abies pectinata*n, *Tsuga canadensiksen* ja *Fagus silvatica*n, joiden kasvu on laskenut. V. 1924 on asianlaita jotenkin samanlainen.

III. tapauksessa, jolloin talvikuukausien lämpötiloja osoittavat murtoviivat kohoavat, mutta kesäkuukausien laskevat, on viimemainittujen keskilämpötilat myös normaalia alhaisemmat (poikkeus v. 1918 —0.1° ja v. 1928 — 1.9°). V. 1918 ei puiden kasvussa edelliseen eli v. 1917 nähden ole tapahtunut sanottavia muutoksia; se on pysynyt jokseenkin ennallaan tai hieman kohonnut. Samaa on sanottava vuoden 1928 kasvusuhteista.

IV. tapaus on se, että talvikuukausien lämpötiloja esittävät murtoviivat edelliseen vuoteen nähden laskevat, mutta kesäkuukausien nousevat (oikeammin pysyvät ennallaan). V. 1914 talvi on normaalia + 0.7°

lämpöisempi ja kesä + 2.1° lämpimämpi. Puiden kasvu kohoaa. V. 1916—1917 talvi oli erittäin ankara (— 2.8° norm. alhaisempi), mikä lienee aiheuttanut arimpien puulajien kuten *Q. sessiliflora*n, *Larix leptolepiksen*, *Abies pectinata*n ja myös monien muiden kasvun alenemisen. Kesä taas oli + 2.5° normaalia korkeampi, mutta erikoisen poutainen (sademäärä — 135 mm normaalia alhaisempi). V. 1922 olivat talvi ja kesä normaalia — 0.6° alhaisemmat sääsuhteiltaan. Äsken nimettyjen puiden kasvu on tuntuvasti alentunut, mutta esim. *Abies concolor*in, *Picea obovata*n, *Abies arizonica*n, *Picea alba*n tuntuvanlaisesti kohonnut.

Että sääsuhteilla todella on vaikutusta puiden kasvu- ja menestymissuhteisiin, osoittavat aikaisemmin todetut pakkasvauriot ja sääsuhteiden ja puiden kasvua esittävien murtoviivojen nousussa ja laskussa havaittava yhdenmukaisuus, joiden syitä voidaan erikoismerkinnöillä tarkistaa ja mahdollinen ristiriitaisuus jotenkin selittää ottamalla huomioon sääsuhteiden vuosittaisia vaihteluita luonnehtivat, äskenmainitut 4 tapausta ja vertaamalla eri kuukausien tai kuukausiryhmien keskilämpötiloja ja sademääriä vastaaviin normaalisiin. Myös havaitaan (kuva 3), että havupuiden vuosikasvainten keskimääräistä pituutta kunakin vuonna esittävä murtoviiva nousee ja laskee (vv. 1918 ja 1922 lukuun ottamatta) vuodesta toiseen kuten lehtipuiden vastaava murtoviiva.

Lopuksi on välttämätöntä tarkastella, miten sääsuhteet (ja muut tekijät) ovat vaikuttaneet eri ilmastoryhmiin kuuluvien puiden kasvu- ja menestymisuhteisiin.

1. Puun latvus säännöllisesti kehittynyt (mahdollisesti aivan vähäisiä vaurioita sattunut); elinvoimainen:

Abies concolor, A. umbilicata, A. arizonica, A. Veitchii, Picea obovata, P. pungens, Larix sibirica, Pinus peuce, P. cembra, Betula lutea, Fagus silvatica f. *atropurpurea, Quercus coccinea, Populus balsamifera, Tilia platyphyllos, Acer Schwedleri, Prunus virginiana, P. serotina,* (*Sorbus fennica*), *Cratægus coccineus, Amelanchier canadensis.*

2. samoin, mutta pakkaset vioittaneet tai tuhonneet latvakasvaimia useina vuosina; yleensä kuitenkin elinvoimainen:

Abies pectinata, Quercus sessiliflora, Acer dasycarpum.

3. samoin, mutta tuhosienten t.m.s. tuhoama (kuollut):

Picea alba (kuivuus), *Pinus strobus* (tuhosieni), *Salix alba* (?).

4. samoin, mutta pakkasten tuhoama (kuollut):

Larix leptolepis, Betula papyrifera, Quercus rubra, Juglans nigra.

5. latvus epäsäännöllisesti kehittynyt ja pakkasten t.m.s. vioittama (pensasmainen); kituvahko:

Chamæcyparis Lawsoniana, Tsuga canadensis, Fagus silvatica, Populus alba (kuivuus), *P. alba* l. *Bolleana* (siirrosta vioittunut), *Pinus contorta* (kuten edellinen).

Järjestettäessä puulajit sen mukaan, mihin ilmastoryhmään[1] ne kuuluvat, saadaan:

Pohjoisen mannerilmaston viileäin seutujen (johon suurin osa Suomea kuuluu) puulajit:

Abies arizonica, Picea obovata, P. alba, Larix sibirica, Pinus peuce, P. cembra, Populus balsamifera, P. alba l. *Bolleana, Tilia platyphyllos,* (*Acer Schwedleri*), *Prunus virginiana, Cratægus coccineus, Amelanchier canadensis.*

Pohjoisen mannerilmaston lauhkeain seutujen (johon kuuluu kaistale Etelä-Suomea, siis myös kasvupaikka) puulajit:

Abies concolor, A. umbilicata, Tsuga canadensis, Picea pungens, Pinus strobus, (*P. contorta*), *Betula lutea, B. papyrifera, Fagus silvatica, F. silvatica* f. *atropurpurea, Quercus rubra, Q. coccinea, Populus alba, Acer dacycarpum, Prunus serotina, Sorbus fennica.*

Pohjoisen meri-ilmaston (johon eteläisimmät osat Suomea kuulunevat) puulajit:

Abies pectinata, A. Veitchii, Larix leptolepis, Quercus sessiliflora.

Eteläisen mannerilmaston puulajeja:

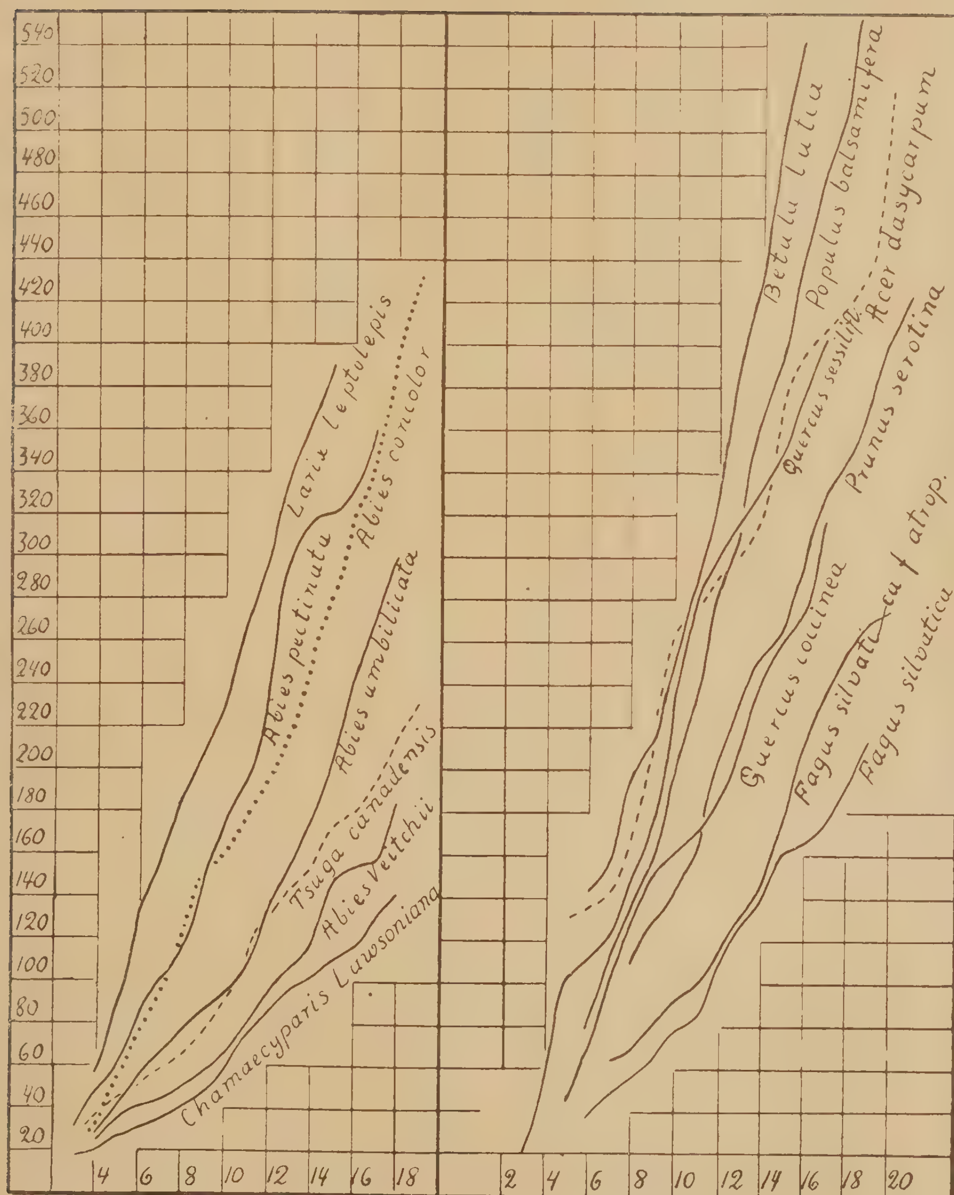
Juglans nigra.

Eteläisen meri-ilmaston puulajeja:

Chamæcyparis Lawsoniana.

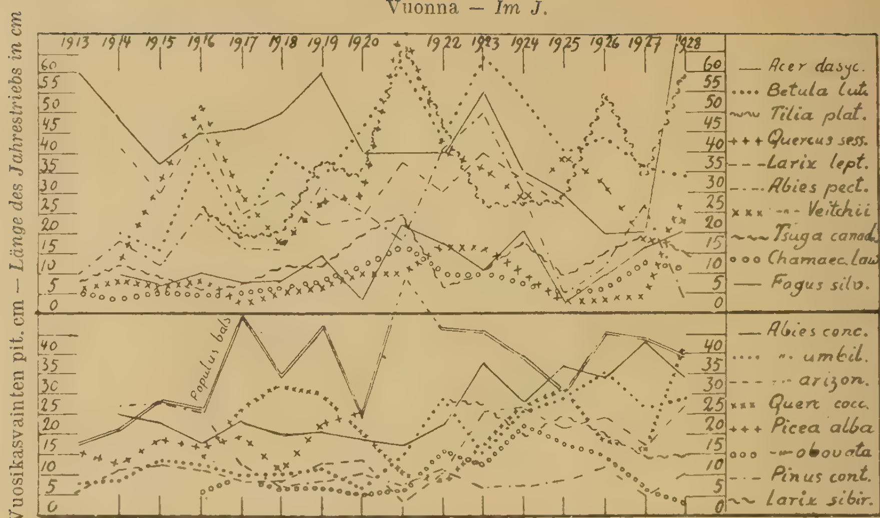
Huomataan, että kaikki pohjoisen mannerilmaston viileäin seutujen sekä suurin osa sen lauhkeain seutujen puulajeja (Tsuga canadensista, Fagus silvaticaa, Quercus rubraa lukuun ottamatta) ovat menestyneet hyvin tai tyydyttävästi; Pohjoisen meri-ilmaston puulajit (Larix leptolepistä lukuun ottamatta) ovat menestyneet jotenkin tyydyttävästi, sitä vastoin eteläisten manner- ja meri-ilmastojen puulajit ovat menestyneet huonosti (ja näiden kanssa siis edellä mainituista ilmastoryhmistä: *Tsuga canadensis, Fagus silvatica, Quercus rubra* ja *Larix leptolepis*).

[1] Vrt. Lauri Ilvessalo, s. 5 mainittu teos.

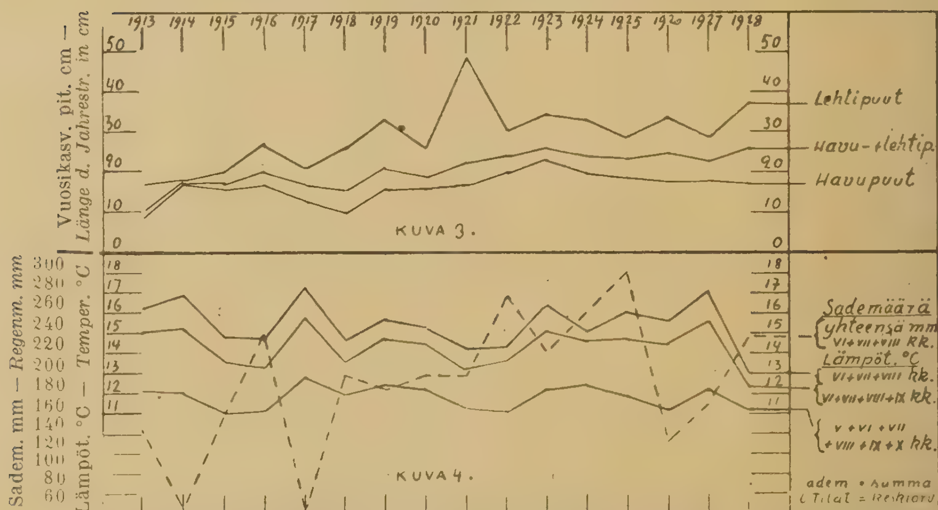


Kuva 1. Puiden pituus iällä v.

Abb. 1. Länge der Bäume im Alter von J.

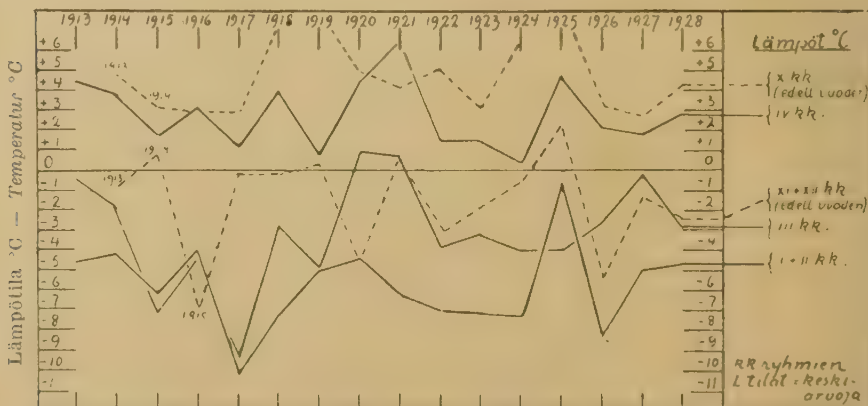


Kuva 2. Puiden vuosikasvainten pituus cm kunakin vuonna.
Abb. 2. Länge der Baumjahrestriebe in cm pro Jahr.



Kuva 3. Havu- ja lehtipuiden vuosikasvainten keskimääräinen pituus cm kunakin vuonna.
Abb. 3. Durchschnittl. Länge der Jahrestriebe von Nadel- und Laubbäumen in cm pro Jahr.

Kuva 4. Keskilämpötila °C ja sademäärä mm kesäkuukausiryhmiä kohti kunakin vuonna.
Abb. 4. Mitteltemperatur °C und Regenmenge in mm je pro Sommermonatsgruppe und Jahr.



Kuva 5. Keskilämpötila °C syys-, talvi- ja kevätkuukausia tai ryhmiä kohti kunakin vuonna.
Abb. 5. Mitteltemperatur °C je pro Herbst-, Winter- und Sommermonatsgruppe und Jahr.

Über das Wachstum und Gedeihen gewisser ausländischer Holzarten in einem kleinen Privatpark auf Kulosaari bei Helsinki.

VON

P. S. Tikka.

REFERAT.

Im folgenden sollen die Wachstums- und Entwicklungsverhältnisse von einigen ausländischen Holzarten in einem kleinen Privatpark, der sich auf einer, in unmittelbaren Nähe der Stadt Helsinki (60°10′ nördl. Br.) belegenen Insel befindet, beschrieben werden. Der Park wurde von meinem Vater, dem Baumeister J. W. Tikka gepflanzt. Die Bäume wachsen an einem geschützten warmen Südhang, dessen Boden unter schütterem Kiefer-Birkenwald dem *Myrtillus*-Typ (MT) angehört. — Die Mitteltemperatur des Jahres ist + 4,6°, im Februar —6,1° und im Juli + 16,4° C. Die jährliche Regenmenge beträgt 704 mm, die trocknenste Monat ist der April (39 mm), der regnerischste der August (83 mm). Die bleibende Schneedecke liegt zumeist vom Dezember bis in den halben April hinein.

Es sind 35 Holzarten und zwar im allgemeinen je ein Baum von jeder Art. Die Bäume wurden im Frühjahr 1912—1914 als 2—5 Jahr alte Exemplare gepflanzt. Ihr Wachstum und Gedeihen wurde bis Ende des Jahres 1928 verfolgt. Die Messungen (Alter, Länge, jährl. Längenzuwachs u. a.) sowie sonstige Vermerke sind alljährlich im Herbst, nach erfolgtem Abschluss des Wachstums der Bäume gemacht worden. Im folgenden sollen die Holzarten in derselben Reihenfolge und unter Beibehaltung

Vuosi 19— = *Jahr 19*—	-12	-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21	-22	-23	-24	-25	-26	-27	-28
Ikä v. .... = *Alter in Jahren*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vuot. pit. kasvu cm = *Jährlicher Längenzuwachs*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pituus cm ...... = *Länge in cm*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

der Namenschreibweise, wie sie Cajander[1] eingeführt hat, behandelt werden. Die Wachstumsergebnisse sind in einer Tabelle von folgendem Aussehen verzeichnet und wird im Text wiederholt auf dieselben verwiesen.

Cupressaceæ. — *Chamæcyparis Lawsoniana* (Murr.) Parl. Klargrüne Form. Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 9). Alter 18 J., Länge 141 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 7,8 cm. Buschartiger Baum. Hat während mehrerer Jahre Frostschäden erlitten, wobei seine Gipfeltriebe erfroren sind.

Abietaceæ. — *Abies pectinata* D. C. Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 10). Alter 18 J., Länge 244 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs bis zum J. 1924 22,8 cm. In den J. 1924—1928 ist der Baum nur kümmerlich gewachsen, weil der Wipfel infolge seiner Umpflanzung an einen anderen Ort eintrocknete. Herbstfröste haben die Zweigspitzen leicht geschädigt. — *Abies concolor* Lindl. et Gord. Standort: Vaccinium-Typ (VT). Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 10). Alter 19 J., Länge 432 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 22,7 cm. Ist gut gediehen. — *Abies umbilicata* Beissn. Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 11). Alter 18 J., Länge 300 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 16,6 cm. Gradstämmiges Exemplar. Ist gut gediehen. — *Abies arizonica* Merr. Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 11). Alter 18 J., Länge 260 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 14,4 cm. Gradstämmig, gedeiht gut. — *Abies Veitchii* (Lindl.) Carr. Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 11). Alter 18 J., Länge 184 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 10,2 cm. Gradstämmig. Hat in seiner Jugend durch Frost gelitten und ist in die Breite gegangen, späterhin hat der Wipfel sich jedoch normal geformt, und der Baum gedeiht gut. — *Tsuga canadensis* (L.) Carr. Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 12). Alter 19 J., Länge 230 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 12,1 cm. Buschartig und breit ausladend. Herbstfröste haben die Triebe geschädigt. — *Picea obovata* Led. Wachstumsergebnisse in den J. 1916—1928 (siehe S. 12). Alter 19 J., Länge 200 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 10,5 cm. Gedeiht gut. — *Picea alba* (Ait.) Link. Standort: Ein Hang vom Vaccinium-Typ (VT). Wachstumsergebnisse in den J. 1912—1920 (siehe S. 13). Alter 12 J., Länge 179 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 15,0 cm. Gradstämmig. Gedieh gut, bis er Ende des trockenen Sommers 1920 infolge von Dürre einging. — *Picea pungens* Engelm. Wachstumsergebnisse in den J. 1916—1928 (siehe S. 13). Alter 20 J., Länge 235 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 11,8 cm. Gedeiht gut. — *Larix sibirica* Led. Wachstumsergebnisse in den J. 1919—1928 (siehe S. 14). Alter 17 J., Länge 334 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 19,7 cm. Gradstämmig. Gedeiht gut. — *Larix leptolepis* (Sieb. et Zucc.) Gord. Standort: Oxalis-Myrtillus-Typ (OMT). Wachstumsergebnisse in den J. 1914—1925 (siehe S. 14). Alter 15 J., Länge 390 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 26,0 cm. Gradstämmig. Infolge starken Wachstums haben sich die Wipfeltriebe nicht immer den schädigenden Einflüssen der Fröste entziehen können; so auch im Spätherbst des J. 1925, wo starke Fröste den Baum vernichteten. — *Pinus strobus* L. Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1920 (siehe S. 14). Alter 10 J., Länge 148 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 14,8 cm. Gradstämmig. Gedieh gut bis zum J. 1920, in welchem ein schädlicher Pilz (Lophodermium pinastri?)

[1] A. K. Cajander. Metsänhoidon perusteet. II. Suomen dendrologian pääpiirteet. (Handbuch des Waldbaues. II. Grundzüge der Dendrologie Finnlands.) Porvoo 1917.

ihn vernichtete. — *Pinus peuce* Gris. Wachstumsergebnisse in den J. 1919—1928 (siehe S. 15). Alter 10 J., Länge 99 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 9,9 cm. Gedeiht gut. Dasselbe gilt für das Wachstum von *Pinus cembra* L. — *Pinus contorta* Dougl. Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 15). Alter 18 J., Länge 164 cm. Bis zum J. 1918 entwickelte sich der Baum normal, späterhin hatte ein Umbrechen des Stammes zur Folge, dass er seitdem nur kümmerlich gedieh.

Betulaceæ. — *Betula lutea* Michx. Wachstumsergebnisse in den J. 1914—1928 (siehe S. 16). Alter 20 J., Länge 710 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 35,5 cm. Gedeiht gut. — *Betula papyrifera* Marsh. Alter 5 J. Wurde im J. 1913 gepflanzt, ging Ende des Sommers 1914 ein.

Fagaceæ. — *Fagus silvatica* L. Wachstumsergebnisse in den J. 1915—1928 (siehe S. 16). Alter 19 J., Länge 216 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 11,4 cm. Buschartig, breit und verzweigt. Manchmal sind die Jahrestriebe erfroren oder beschädigt worden, allem Anschein nach erholt der Baum sich jedoch. — *Fagus silvatica* f. *atropurpurea* Kirchn. Wachstumsergebnisse in den J. 1915—1928 (siehe S. 17). Alter 20 J., Länge 274 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 13,5 cm. Gradstämmig. Gedeiht gut. — *Quercus rubra* L. Im J. 1914 gepflanzt. Alter 5 J. Ging im J. 1915 ein. — *Quercus coccinea* Muenchh. Wachstumsergebnisse in den J. 1916—1928 (siehe S. 17). Alter 17 J., Länge 318 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 18,7 cm. Gedeiht im allgemeinen gut. — *Quercus sessiliflora* Salisb. Standort: Oxalis-Myrtillus-Typ. Wachstumsergebnisse in den J. 1914—1928 (siehe S. 17). Alter 17 J., Länge 403 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 23,7 cm. Zuweilen haben die Triebe infolge ihres grossen Längenzuwachses nicht Zeit, sich genügend zu entwickeln (zu verholzen), so dass sie insbesondere bei Spätherbstfrösten erfrieren. Hat jedoch ein ganz normales Aussehen.

Juglandaceæ. — *Juglans nigra* L. Im J. 1914 gepflanzt. Ging im Alter von 10 J. (im Herbst 1922) infolge von Herbstfrösten ein. Bereits in den vorangegangenen Jahren hatte der Frost den Baum geschädigt, doch kamen im Frühjahr immer wieder 2—3 Stämme (Jahrestriebe) auf, deren Länge im Durchschnitt 35 cm betrug.

Salicaceæ. — *Populus balsamifera* L. Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 18). Alter 21 J., Länge 639 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 30,4 cm. Gedeiht gut. — *Populus alba* L. Standort: ein ungeschützter Hang vom Vaccinium-Typ (VT). Wachstumsergebnisse in den J. 1913—1928 (siehe S. 19). Alter 20 J., Länge 109 cm. War bereits mit 13 J. 207 cm hoch, trocknete dann jedoch bis zur Basis ein und wuchs von nun an nur kümmerlich. — *Populus alba* l. *Bolleana* (Mast.) Vesm. Wuchs im Lauf von 16 Jahren bis zu einer Länge von 540 cm heran (im J. 1921). Aus irgend einem Grunde wurde der Baum an einen anderen Ort umgepflanzt, was zur Folge hatte, dass ein grosser Teil des Baumstammes eintrocknete. — *Salix alba* L. Im J. 1912 als 3-jähriges Bäumchen gepflanzt, ging im folgenden Jahre ein.

Tiliaceæ. — *Tilia platyphyllos* Scop. Wachstumsergebnisse in den J. 1916—1928 (siehe S. 19). Alter 19 J., Länge 580 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 30,5 cm. Gedeiht gut.

Aceraceæ. — *Acer dasycarpum* Ehrh. Wachstumsergebnisse in den J. 1912—1928 (siehe S. 20). Alter 20 J., Länge 520 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 26,0 cm. Infolge seines reichlichen und bis in den späten Herbst hinein andauernden Wachstums verbleiben die Jahrestriebe unverholzt, wodurch sie dann zuweilen dem Frost zum Opfer fielen. Im übrigen lebensfähig. — *Acer Schwedleri.* Im J. 1914 ge-

pflanzt. Alter 22 J., Länge 620 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 28,2 cm (im J. 1928). Gedeiht gut.

Rosaceæ. — *Prunus virginiana* L. Im J. 1913 gepflanzt. Trocknete im J. 1916 im Alter von 6 Jahren bis zur Basis ein, doch sprossen später aus dem Stumpf (und den Wurzeln) etwa 10 Stämme hervor, deren Alter 11—14 J. beträgt, Länge 180—300 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs etwa 20 cm. Gedeiht gut. — *Prunus serotina* Ehrh. Wachstumsergebnisse in den J. 1915—1928 (siehe S. 21). Alter 21 J., Länge 423 cm, durchschnittl. jährl. Längenzuwachs 20,0 cm. Ist im übrigen gut gediehen. — *Amelanchier canadensis, Cratægus coccineus,* 12 *Spiræa*-arten u. a. sind gut gediehen.

Ausser diesen gibt es dann noch 20 minderwertigere Dekorationsbäume und Gebüsche, von denen *Caragana pygmea, Sambucus canadensis, Lonicera Albertii* genannt sein mögen und die sämtlich gut gedeihen.

Im J. 1928 schwankte die Länge der 17—20-jährigen Nadelholzbäume zwischen 141—432 cm (die der Laubbäume zwischen 216—710 cm); der jährlich laufende Längenzuwachs schwankte zwischen 2—55 cm (für die Laubbäume 3—81 cm) und betrug im Durchschnitt 16 cm (für die Laubbäume 26 cm). Siehe auch Abb. 1.

Hinsichtlich der Einwirkung der Herbst-, Winter- und Frühlingsfröste auf Entwicklung und Gedeihen der Bäume wurde die Wachstumsperiode (1912—1928) derselben in drei Entwicklungsstadien eingeteilt und zwar 1. in ein Stadium, in welchem der Baum niedriger als die Schneedecke und mit Fichtenreisern zugedeckt war: Die Herbstfröste vernichteten *Juglans nigra;* 2. in ein Stadium, in welchem der Baum um ein geringes über die Schneedecke hinausragt: Die Fröste haben *Quercus rubra* vernichtet und die Triebe von folgenden Holzarten *Chamæcyparis, Tsuga canadensis, Fagus silvatica, Quercus sessiliflora* geschädigt; 3. in ein Stadium, in welchem der Baum dauernd über die Schneedecke hinausragt: Die Fröste haben *Larix leptolepis* vernichtet und einen *Tsuga canadensis*-Busch, desgleichen die Triebe von *Acer dacycarpum* und *Quercus sessiliflora* empfindlich geschädigt; weniger litten die Triebe von *Abies pectinata, Fagus silvatica* und *Prunus serotina.* Doch verloren sich bei den meisten Holzarten die Spuren dieser Schädigungen dank einem kräftigen Wachstum.

In bezug auf die gemachten phenologischen Beobachtungen verdient hervorgehoben zu werden, dass noch 1—3 Monate nachdem die einheimischen Laubbäume (Betula verrucosa, Populus tremula u. a.) bereits ihren Blätterschmuck verloren hatten, die meisten obengenannten Laubbäume immer noch reich belaubt waren, wenn sie auch eine andere Färbung angenommen hatten (z.B. *Fagus silvatica, Quercus sessiliflora, Prunus serotina*). Im Frühling zeigen sich die ersten zarten Blättchen an *Betula lutea, Populus balsamifera, Prunus virginiana* und *Amelanchier canadensis* etva gleichzeitig wie an der Birke (*Betula verrucosa*); an *Acer dacycarpum* und *Tilia platyphyllos* dagegen erscheinen sie etwa 10 Tage, an *Fagus ilvatica, Quercus sessiliflora, Q. coccinea* und *Prunus serotina*(?) etwa 20 Tage später als die ersten Birkenblättchen. — Auch der Wachstumsperiodendauer, insbesondere dem Umstand, wie früh oder spät die Jahrestriebe oder Triebe der einzelnen Holzarten verholzen, d. h. fähig werden, dem Frost Stand zu halten, wurde spezielle Aufmerksamkeit zugewandt. — Beobachtungen darüber, in welchem Masse die Witterungsverhältnisse und die Regenmenge einen Einfluss auf die Aufspeicherung von Nahrungsstoffen für die kommende Wachstumsperiode haben dürften, wurden nicht angestellt.

Abb. 2, 3, 4 und 5 veranschaulichen, inwiefern die Witterungsverhältnisse der verflossenen Wachstumsperiode, der Frostperiode, des Frühjahrs und der laufenden Wachstumsperiode eventuell einen Einfluss auf Wachstums- und Entwicklungsverhältnisse der Bäume ausgeübt haben könnten. Wenn die, die Mitteltemperaturen der Wintermonate und Sommermonate bezeichnenden Kurven steigen, so steigen ebenfalls die das Wachstum der Bäume bezeichnenden Kurven (in den J. 1916, 1919, 1920, 1923, 1925 und 1927). Das gleiche findet statt, selbst wenn die Temperaturkurven der Sommermonate fallen (in den J. 1918 und 1928). Wenn die, die Mitteltemperaturen der Winter- und Sommermonate bezeichnenden Kurven fallen, so weisen sie im Vergleich zum nächstverflossenen Jahre, die J. 1915 und 1924 für das Wachstum von *Acer dasycarpum*, *Larix leptolepis*, *Tsuga canadensis*, *Fagus silvatica* auf einen Niedergang, während das Wachstum von anderen Bäumen wiederum steigt. (In den J. 1921 stieg das Wachstum sämtlicher Bäume). In dem in Frage stehenden Falle sind die Mitteltemperaturverhältnisse jedoch einigermassen normal, und dürften die Witterungsverhältnisse also nur auf das Wachstum der s. g. empfindlicheren Holzarten einen grösseren Einfluss ausgeübt haben. Das gleiche gilt im Grossen und Ganzen, wenn die, die Wintertemperatur angebenden Kurven fallen, diejenigen der Sommermonate dagegen steigen (in den J. 1914, 1917 und 1922).

Dass die Witterungsverhältnisse tatsächlich einen Einfluss auf das Wachstum und Gedeihen der Holzarten besitzen, das beweisen die bereits früher erwähnten Frostschäden und die sich im Steigen und Fallen der, die Witterungsverhältnisse und das Wachstum der Bäume angebenden Kurven geltend machende Übereinstimmung, deren Ursachen präzisiert und deren eventueller Widerspruch bis zu einem gewissen Grade mit Hilfe von alljährlichen Annotationen erklärt werden kann, wenn man die obenerwähnten 4, die jährlichen Schwankungen in den Witterungsverhältnissen charakterisierenden Fälle mit in Betracht zieht und die Mitteltemperatur und Regenmenge der einzelnen Monate oder Monatsgruppen mit normalen solchen vergleicht. Auch dürfen die täglichen Schwankungen in der Witterung nicht zu gering eingeschäzt werden. So war beispielsweise die Mitteltemperatur des Septembers im J. 1928 eine durchaus normale und trotzdem bedurfte es nur einer, gegen Ende des Monats einsetzenden Frostperiode, um die Spitzentriebe der Bäume zu schädigen. Im Winter kommt es nicht selten vor, dass auf eine Tauwetterperiode ein scharfer Frost folgt. Und im Frühling tritt manchmal ein kurzer, mehrtägiger Nachwinter ein u. s. w. — Bei der Durchmusterung der Witterungsverhältnisse wurden, so weit dies möglich ist, fremde Faktoren [1] (durch Pilze und Insekten verursachte Schäden, äussere Verletzungen, durch Beschattungsverhältnisse bedingte Veränderungen, Intensität des Wachstums von Bäumen in verschiedenen Altesperioden, biologische Eigenschaften der Holzarten, ungleiche, auf zwischen Baumlänge und Schneehöhe bestehender Relation beruhende Empfindlichkeit gegen Frost u. s. w.) eliminiert, jedoch mit Berücksichtigung der Tatsache, dass eine auf derartige Faktoren zurückzuführende Schwächung der Bäume, den, von Seiten der Witterungsverhältnisse sich herleitenden Schädigungen Vorschub leisten dürften.

---

[1] Vrgl. Erkki Laitakari: Tutkimuksia sääsuhteiden vaikutuksesta männyn pituus- ja paksuuskasvuun. (Referat: Untersuchungen über die Einwirkung der Witterungsverhältnisse auf den Längen- und Dickenwachstum der Kiefer.) Acta Forestalia Fennica 17. 1920. Helsinki.

Aus Abb. 3 ist ersichtlich, dass die, die durchschnittliche Länge der Jahrestriebe von Nadelbäumen bezeichnende Kurve in verschiedenen Jahren steigt und fällt (mit Ausnahme der J. 1918 und 1922) in ähnlicher Weise wie die von Laubbäumen.

Schliesslich erübrigt noch untersucht zu werden, in welcher Weise Witterungsverhältnisse und ähnliche Faktoren auf das Gedeihen von verschiedenen Klimagruppen angehörenden Bäumen einwirkten, wobei stets im Auge behalten werden muss, dass die Heimatgegend der Samen unbekannt verbleibt. Es sind folgende Klimagruppen[1] zu unterscheiden:

a. nördliches kühles Kontinentalklima[2]
b. nördliches gemässigtes Kontinentalklima[3]
c. nördliches Seeklima[4]
d. südliches Kontinentalklima
e. südliches Seeklima.

I. Normal entwickelter Baumwipfel (eventuell unbedeutende Schädigung wahrnehmbar); lebenskräftig:

a. *Abies arizonica, Picea obovata, Larix sibirica, Pinus peuce, Pinus cembra, Populus balsamifera, Tilia platyphyllos, Acer Schwedleri, Prunus virginiana, Cratægus coccineus, Amelanchier canadensis.*

b. *Abies concolor, Abies umbilicata, Picea pungens, Betula lutea, Fagus silvatica* f. *atropurpurea, Quercus coccinea, Prunus serotina.*

c. *Abies Veitchii.*

II. Wie oben; doch haben Fröste im Verlauf von mehreren Jahren die Wipfeltriebe entweder geschädigt oder total vernichtet; im allgemeinen jedoch lebenskräftige Exemplare:

b. *Acer dacycarpum.*

c. *Abies pectinata, Quercus sessiliflora.*

III. Wie oben; jedoch von schädlichen Pilzen oder drgl. angegriffen:

a. *Picea alba* (von Dürre), *Populus alba* l. *Bolleana* (geschädigt).

b. *Pinus strobus* (von Schwämmen), *Salix alba* (von Dürre).

IV. Wie oben; doch infolge von Frost eingegangen:

b. *Betula papyrifera, Quercus rubra.*

c. *Larix leptolepis.*

V. Anormal entwickelter und vom Frost oder drgl. geschädigter (buschartiger u. drgl.) Wipfel, einigermassen verkümmert:

a. *Populus alba* (infolge von Dürre).

b. *Tsuga canadensis, Fagus silvatica, Pinus contorta* (geschädigt).

c. *Chamæcyparis Lawsoniana.*

d. *Juglans nigra.*

[1] Lauri Ilvessalo. Ulkomaalaisten puulajien viljelemismahdollisuudet Suomen oloja silmälläpitäen. (Referat: Ueber die Anbaumöglichkeit ausländischer Holzarten mit spezieller Hinsicht auf die finnischen Verhältnisse.) Acta Forestalia Fennica 17. 1920. Helsinki.

[2] Der grösste Teil Suomis (Finnlands).

[3] Hauptsächlich in den Süd- und Westteilen Suomis (Finnlands).

[4] Nur in den südlichsten Teilen Suomis (Finnlands).

Es zeigt sich also, dass sämtliche Holzartvertreter des nördlichen kühlen Kontinentalklimas und ausserdem eine grosse Anzahl der Arten des nördlichen gemässigten Kontinentalklimas (mit Ausnahme von Tsuga canadensis, Fagus silvatica und Quercus rubra) *gut oder zum mindesten befriedigend gediehen sind. Die Holzarten des nördlichen Seeklimas* (mit Ausnahme von Larix leptolepis) *gediehen einigermassen befriedigend, wohingegen die Holzarten des südlichen Kontinentalklimas und Seeklimas schlecht und mangelhaft gediehen sind (letzteres gilt ebenfalls für folgende Artenvertreter der vorgenannten Klimagruppen: Tsuga canadensis, Fagus silvatica, Quercus rubra und Larix leptolepis).*



CHAMÆCYPARIS LAWSONIANA (Murr.) Parl.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 18
Pituus — *Länge:* 141 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 7.8 cm.

Kuva 6. — *Abb. 6.*



ABIES PECTINATA D. C.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 18
Pituus — *Länge:* 244 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 22.8 cm.

Kuva 7. — *Abb. 7.*



ABIES CONCOLOR Lindl. et Gord.

Kasvupaikka — *Standort:* VT
Ikä v. — *Alter in J.:* 19
Pituus — *Länge:* 432 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 22.7 cm.

Kuva 8. — *Abb. 8.*



Abies umbilicata Beissn.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 18
Pituus — *Länge:* 300 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 16.6 cm.

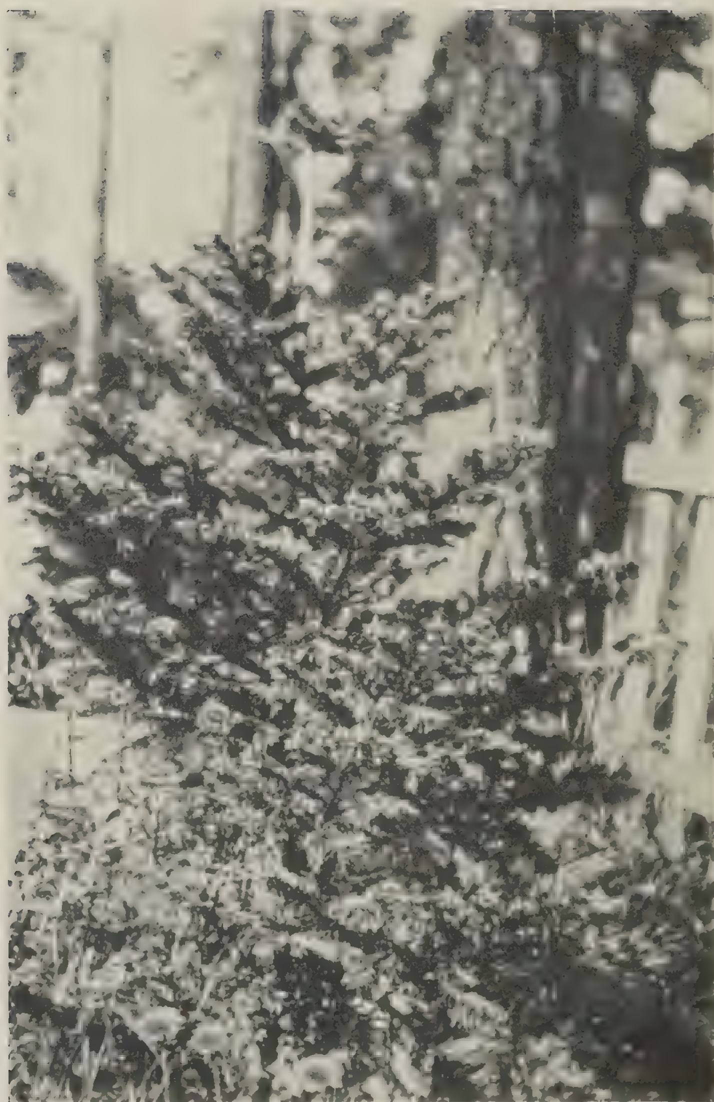
Kuva 9. — *Abb. 9.*



ABIES ARIZONICA Merr.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 18
Pituus — *Länge:* 260 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 14.4 cm.

Kuva 10. — *Abb. 10.*



Abies Veitchii (Lindl.) Carr.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 18
Pituus — *Länge:* 184 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 10.2 cm.
Kuva 11. — *Abb. 11.*



TSUGA CANADENSIS (L.) Carr.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 19
Pituus — *Länge:* 230 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 12.1 cm.

Kuva 12. — *Abb. 12.*



PICEA PUNGENS Engelm.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 20
Pituus — *Länge:* 235 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 11.8 cm.

Kuva 13. — *Abb. 13.*



PINUS CONTORTA Dougl.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 18
Pituus — *Länge:* 164 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 9.1 cm.

Kuva 14. — *Abb. 14.*



FAGUS SILVATICA L.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 19
Pituus — *Länge:* 216 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 11.4 cm.

Kuva 15. — *Abb. 15.*



QUERCUS COCCINEA Muenchh.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 17
Pituus — *Länge:* 318 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 18.7 cm.

Kuva 16. — *Abb. 16.*



TILIA PLATYPHYLLOS Scop.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 20
Pituus — *Länge:* 580 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 30.5 cm.

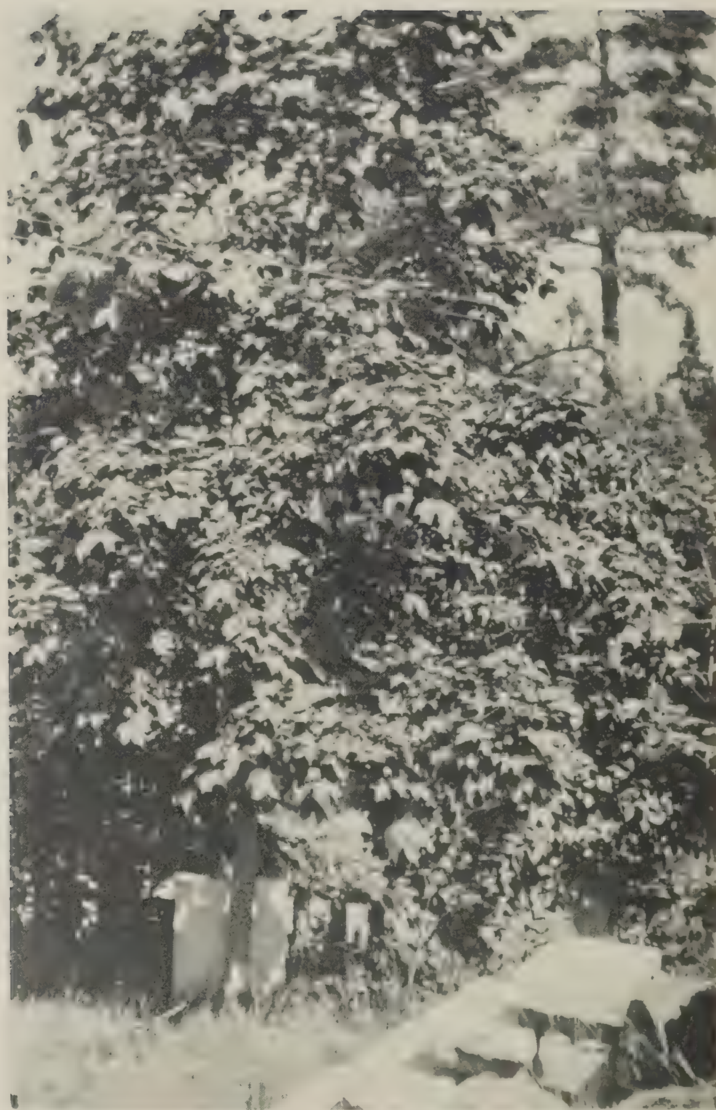
Kuva 17. — *Abb. 17.*



ACER DASYCARPUM Ehrh.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 20
Pituus — *Länge:* 520 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 26.0 cm.

Kuva 18. — *Abb. 18.*



ACER SCHWEDLERI

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 22
Pituus — *Länge:* 620 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 28.2 cm.

Kuva 19. — *Abb. 19.*



PRUNUS VIRGINIANA L.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 11—14
Pituus — *Länge:* 180—300 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 16.4—21.4 cm.

Kuva 20. — *Abb. 20.*



PRUNUS SEROTINA Ehrh.

Kasvupaikka — *Standort:* MT
Ikä v. — *Alter in J.:* 21
Pituus — *Länge:* 423 cm
Vuot. keskim. pit. kasvu — *Durchschnittl. jährl. Längenzuwachs:* 20.0 cm.

Kuva 21. — *Abb. 21.*

ÜBER DIE ÖKONOMISCHEN ZIELE BEI DER BEWIRTSCHAFTUNG DER WÄLDER

VON

E. A. MARTIN HAGFORS



HELSINKI 1929

HELSINKI 1929
YHTEISKIRJAPAINO OSAKEYHTIÖ

Beim Erscheinen der vorliegenden Untersuchung, deren Zweck es ist, die geläufigen Methoden für die ökonomische Orientierung des Waldbaus in der Gegenwart zu überprüfen, ist es dem Verfasser eine angenehme Pflicht, vor allem der FORSTWISSENSCHAFTLICHEN GESELLSCHAFT IN FINNLAND dafür zu danken, dass sie die Abhandlung in ihre Publikationenreihe (Acta Forestalia Fennica) aufgenommen und bei der Bearbeitung des grossen Materials den Verfasser ökonomisch unterstützt hat. Mit aufrichtigem Dank sei hier erwähnt, dass die Lehrer des Verfassers, Prof. Dr. E. SAARI und Prof. Dr. E. LÖNNROTH die Arbeit mit Interesse verfolgt und ihm, ohne Mühe zu sparen, mit wertvollem Rat beigestanden haben. Auch haben dieselbe Prof. Dr. K. T. JUTILA und Prof. Dr. J. H. VENNOLA zum Teil durchgelesen und durch positive Kritik befördert. Herrn Prof. Dr. G. SCHMIDT, der die mühevolle Arbeit der sprachlichen Berichtigung bereitwillig übernommen hat, ist Verfasser desgleichen zu Dank verpflichtet.

Helsinki, November 1929.

VERFASSER.

Inhaltsverzeichnis.

Einleitung.

Die Ökonomie des Waldbetriebes — der jüngste Zweig der Waldbetriebslehre —, welche in den letzten zwei Jahrzehnten aus der forstlichen Statik entstanden ist, zeichnet sich dadurch aus, dass sie sich einerseits als ein Teilgebiet der reinen Wissenschaft die Aufgabe stellt, die Bedingungen und Äusserungen der der Waldproduktionssphäre angehörigen Einzelwirtschaften, also der Waldbetriebswirtschaften, zu verstehen und zu erklären, und dass sie sich anderseits als Kunst bewusst in den Dienst praktischer erwerbswirtschaftlicher Zwecke stellt. Aus dieser Zweiseitigkeit der ökonomischen Waldbetriebslehre (schwedisch Skogsekonomi, finnisch Metsätalousteoria, Metsätaloustiede) und der Ziele, welche sie verfolgt, erklärt sich die verhältnismässig grosse Schwierigkeit, sich in sie einzuarbeiten und sich in ihr zurechtzufinden, wie auch die bisherigen Versuche z. B. von Ostwald 1915, Godbersen 1926, Chapman 1926 und Eberbach 1927 gut beweisen. Dies beruht wesentlich auf zwei Umständen, nämlich auf der unentwickelten Lage der waldwirtschaftlichen Technik und Betriebsführung und zweitens auf der unbestimmten Grenze zwischen der Ökonomie des Waldbetriebs einerseits und der theoretischen Nationalökonomie anderseits.

Was den ersten Punkt betrifft, sind erst in den letzten Jahrzehnten weite Waldgebiete in Nordeuropa wirtschaftlich erschlossen worden. Die führenden Waldbetriebe, die Staatsforstverwaltungen, sind im Besitz grosser Altholzvorräte, die nur allmählich Absatz finden, und der Verkauf des jährlichen Abnutzungssatzes spielt sich durch verwaltungstechnische Versteigerungen ab. Zweitens betreiben die Holzindustrie-Aktiengesellschaften eine Art eigener Rohstoffwirtschaft, oft nach dem Massenprinzip, in ihren Wäldern. In allen diesen Fällen ist es beinahe gleichgültig, welches die Lage der Theorie gewesen ist, sie hat doch keine eigentliche »wirtschaftliche» Bedeutung, und heute noch wird in den nordischen Ländern in den Waldbetrieben viel Personal gebraucht, das keine wirtschaftstheoretische Schulung besitzt und nur in der Praxis für die Technik der Waldbenutzung ausgebildet ist.

Eine gewisse Gleichgültigkeit gegenüber der Theorie des Waldbetriebes, eben wegen der schlechten Absatzverhältnisse, dürfte einigermassen den heutigen Standpunkt charakterisieren.

Die meisten neueren Betriebswirtschaftler in der Forstwissenschaft werden wohl zugeben, dass die wirtschaftstheoretische Forschung des Betriebes heute noch sehr im Argen liegt. Für Handels- und Industrieunternehmungen gibt es eine sehr entwickelte »*Betriebswirtschaftslehre*», ebenso hat sich in den letzten Jahrzehnten auch eine Wirtschaftstheorie der Landgutsbetriebe entwickelt, die als der ersteren ganz ebenbürtig anerkannt wird. Mit der Waldbetriebslehre ist es etwas schlechter bestellt, denn die forstliche Statik baut sich in der Hauptsache auf der theoretischen Nationalökonomie auf, deren Lehren sie nach Bedarf deutet. Irrtümer liegen darum besonders nahe, weil die theoretische Nationalökonomie, besonders die klassische Schule, sich mit der Waldbenutzung sehr wenig befasste. So ist z. B. die Bodenreinertragsschule, wie später ausführlicher gezeigt wird, durch Übertragung der Ricardoschen Bodenrententheorie auf die Forstwissenschaft entstanden, und auch die Waldreinertragstheorie verdankt ihren Ursprung der früher sehr verbreiteten Ansicht über besondere »nationalökonomische Nutzleistungen». So beruht noch heute die Ökonomie des Waldbetriebs wesentlich auf veralteten nationalökonomischen Prinzipien. Hier wird jedoch die Ansicht vertreten, dass die Waldwirtschaft nicht abwarten kann, bis die Nationalökonomen ihre Grundbegriffe in diesem oder jenem Punkt gründlich und einstimmig aufgeklärt haben, — das wird wohl auch niemals gelingen, — sie bedarf ihrer eigenen, auf wirtschaftlichen Tatsachen aufgebauten Wirtschaftstheorie. In letzter Zeit scheint immer mehr die Auffassung durchzudringen, dass die Gesamtwirtschaft (Volkswirtschaft) keineswegs als Wirtschaft höherer Ordnung neben den unzähligen und verschiedenartigen Einzelwirtschaften zu denken ist — als Vertreter dieser Richtung seien vor allem Ad. Weber 1928 und Liefmann 1928 und die Betriebswirtschaftler Lehmann 1928 und Hennig 1928 genannt —, sondern lediglich als Gesamtheit der Beziehungen, welche zwischen den Einzelwirtschaften bestehen. Die theoretische Nationalökonomie hat darum nur bedingungsweise Bedeutung für die erwerbswirtschaftlichen Grundprinzipien, wie sie z. B. für die Waldbetriebe bestehen, und eine nationalökonomisch orientierte Waldwirtschaftstheorie kann darum ebenso unzweckmässig sein wie die landwirtschaftliche Theorie von Ricardo, welche von einer viehlosen Landwirtschaft ausgeht. Dennoch können die Grundlagen

der Nutzenkomputation im Waldbetrieb auch in der theoretischen Nationalökonomie im Sinne von Wiesers 1914 behandelt werden.[1])

Wenn somit die Waldbetriebslehre einer wirtschaftstheoretischen Fundierung, deren wichtigste Frage die nach den ökonomischen Zielen ist, bedarf, so ist dennoch das System der Waldbetriebslehre keineswegs vollständig durchdacht. Von altersher nimmt die Forsteinrichtungslehre den Ehrenplatz in ihrem System ein, begleitet von der Waldwertrechnung und der forstlichen Statik. Wenn daher die Waldbetriebslehre Rücksicht nehmen muss sowohl auf wirtschaftstheoretische Gesichtspunkte als auch auf die praktische Forsteinrichtung und -betriebsführung, so ergibt sich z. B. folgendes System der Waldbetriebslehre, welches jedoch auf Vollständigkeit keinen Anspruch macht:

Das System der Waldbetriebslehre.

1. *Die Ökonomik des Waldbetriebs.*
   a. Das Wesen des Waldbetriebs.
   b. Ihre ökonomischen Ziele.
   c. Die Nachhaltigkeit.
   d. Der Erfolg des Waldbetriebs.
2. *Die Faktoren der Betriebseinrichtung.*
3. *Die Einrichtung des Betriebes.*
4. *Die Betriebsleitung.*
   a. Die laufende Betriebsführung.
   b. Das Rechnungswesen.

Diese Einteilung der Waldbetriebslehre gibt in grossen Zügen ein Bild des Stoffes, welchen die ökonomische Seite des Waldbetriebs darstellt. An die Spitze wird die Theorie des Waldbetriebs oder die allgemeine Waldbetriebslehre gestellt, und nach ihr folgt dann die Lehre von den waldwirtschaftlichen Intensitätsfaktoren. Beide wurden bisher sowohl in der forstlichen Statik wie in der theoretischen Forsteinrichtungslehre behandelt, am vollständigsten in den letzten grossen Arbeiten von Chr. Wagner 1928 und Chapman 1926. Die Ökonomie des Waldbetriebs ist von Godbersen 1926 auf nationalökonomischer Grundlage und von Ostwald 1915 auf betriebs-

[1]) Diesbezügliche Fragen werden zuweilen behandelt in der theoretischen Nationalökomie bei der Behandlung des »Proportionalitätsgesetzes» oder des »abnehmenden Ertrags». So bei Boucke 1925, Aarum 1924, Marshall 1925, Weddigen 1927 und Curtis 1928.

wirtschaftlicher Grundlage behandelt worden, die Ausführungen von Jonson 1917 können kaum Anspruch auf eine einheitliche Wirtschaftstheorie des Waldbetriebs machen. Dagegen behandelt das grosse Werk von Martin 1918 über die forstliche Statik die theoretischen Grundlagen des Waldbetriebs sehr ausführlich, und es ist mehr eine Frage der Terminologie, ob man von Wirtschaftstheorie des Waldbetriebs oder forstlicher Statik spricht.[1]) In dieser Abhandlung wird aus prinzipiellen Gründen der Ausdruck Ökonomie des Waldbetriebs vorgezogen.

Der Waldbetrieb kann in seinen Zweigen technisch vollendet und fehlerfrei sein, aber die Teile müssen immer zweckentsprechend zum Ganzen zusammengefügt werden, um Reibungen und Kraftverluste zu vermeiden, welche sich bei fehlerhafter Zusammensetzung bemerkbar machen. Diese wirtschaftliche Organisation und Orientierung des Betriebes in ihren allgemeinen Zügen bildet die Grundlage der Ökonomie des Waldbetriebs, welche darum die Verwirklichung des wirtschaftlichen Prinzips bei der Bewirtschaftung der Wälder untersucht. Die Theorie des Waldbetriebs muss von gelegentlichen Intensitätsfaktoren, z. B. dem Willen des Waldbesitzers, abstrahieren und sich nur mit der wirtschaftlichen Endzweckmässigkeit befassen. Sie soll die Grundlagen liefern, auf welchen der Waldbesitzer die Auswahl der wichtigsten Betriebsmassnahmen schliesslich treffen kann. Es ist auch nicht Sache der Theorie des Waldbetriebs, Kritik an den tatsächlichen Wirtschaftszuständen zu üben, denn die betriebswirtschaftliche Forschung räumt dem Willen des Waldbesitzers die entscheidende Gewalt ein und begnügt sich mit idealisierter wirtschaftlicher Rationalität. Die Prüfung der tatsächlichen Rentabilität oder Wirtschaftlichkeit ist Sache der Betriebsleitung, die Wirtschaftlichkeit eines reellen Betriebes kann überhaupt theoretisch sehr schwer, wenn nicht ganz unmöglich erfasst werden.

Aus dieser theoretischen oder idealisierten Natur der Untersuchung ergeben sich für diese Abhandlung drei wichtige Umstände, welche die Grundlage der zu entwickelnden Folgerungen bilden müssen:

1. Für die Herleitung der wirtschaftlichen Grundprinzipien ist es geboten, möglichst zwischen Wirtschaft und Technik zu unterscheiden. Trotz mancher Anregungen in dieser Hinsicht scheint bisher zwischen diesen Begriffen in der Forstwissenschaft nicht immer gebührend geschie-

[1]) Denselben Stoff behandelt auch Hofmann 1910 in der österr. Vierteljahrschrift für Forstwesen, wenn auch die Behandlung mehr kursorisch und keineswegs einwandfrei ist.

den worden zu sein, und nichts ist heute noch gewöhnlicher als die Vermengung dieser Begriffe, welche sowohl in der theoretischen Nationalökonomie wie in der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre schon genau untersucht worden sind, wenn sie auch in der Praxis innig zusammenhängen. In dieser Abhandlung wird darum mit Lehmann 1928 und im Anschluss an ältere Arbeiten von Wappes 1909, Gottl-Ottlilienfeld 1914 und Voigt 1912 die Ansicht vertreten, dass *alles subjektive Wirtschaften geistig erfasst werden muss und sich also von den Sinnen nicht wahrnehmen lässt, und dass darum alles, was sich von der sog. Waldwirtschaft offenbart, objektiv technischen Charakter trägt.* Daraus ergibt sich auch, dass das speziell Wirtschaftliche als solches äusserlich nicht in Erscheinung tritt, sondern nur geistig erfasst werden kann. *Die Waldwirtschaft wird erkennbar gemacht durch die technischen Betriebe und ihre Organisation, mit deren Hilfe das wirtschaftliche Denken des Waldwirts in die äussere Wirklichkeit übertragen wird.*[1]) Dabei darf man selbstverständlich nicht vergessen, dass die Holzverkaufstechnik ebenso zur Technik gehört wie die waldbauliche Erziehung der Bestände. Aus diesen Überlegungen folgt auch, dass einerseits wirtschaftlich Verschiedenes in ganz ähnlichen technischen Formen auftreten und anderseits wirtschaftlich Gleiches in technisch etwas verschiedener Weise verwirklicht werden kann. Hierüber muss man auch in der Forstwissenschaft im Klaren sein, wenn man nicht Gefahr laufen will, Technisches und Wirtschaftliches zu verwechseln. Dies alles ist also notwendig, um die Wirtschaftlichkeit in dem Waldbetrieb untersuchen zu können. Dabei darf nicht, wie schon hervorgehoben wurde, vergessen werden, dass beide in der praktischen Betriebsführung als Produktivität und Wirtschaftlichkeit innig zusammenhängen.

2. Die zweite Voraussetzung dieser Untersuchung ist, dass innerhalb jeder Einzelwaldwirtschaft unter den heutigen Verhältnissen zwei gedanklich unterscheidbare Gebiete tatsächlich auseinandergehalten werden müssen, erstens das erwerbs- oder betriebswirtschaftliche Gebiet und zweitens das »finanzwirtschaftliche» Gebiet. Die finanzwirtschaftliche Frage hängt zusammen mit dem für das ganze Waldgut bezahlten Preis und dient als Grundlage für die wirtschaftspolitische Untersuchung über die Rentabilität der Waldwirtschaft, d. h. über das Verhältnis des jährlichen Reinertrags zum Kaufpreis. Die betriebswirtschaftliche Analyse geht in der Betriebslehre der Landgutswirtschaften von dem schuldenlosen Betriebe aus, und daher wird

[1]) Wappes 1909, S. 25. Die Forstwirtschaft können wir auch als die Gesamtheit der forstlichen Unternehmungen bezeichnen.

die Rentabilitätsfrage normal eliminiert. Besonders deutlich tritt die Sonderart der finanziellen Rentabilität auf in den Staatswaldwirtschaften, wo kein Kaufpreis zu ermitteln ist und der Waldbesitz auf die Dauer in der Hand des Staats erhalten bleibt. In diesen typischen und bedeutenden Waldbetrieben kann man überhaupt von finanzieller Rentabilität nicht sprechen. Dasselbe betrifft die grösseren Waldgüter, welche sich im Privatbesitz finden und gewöhnlich unveräusserlich in der Familie bleiben. In allen diesen Fällen ist die Frage der finanziellen Rentabilität eine ausserbetriebliche und kann zum Gebiet der Waldwirtschaftspolitik gerechnet werden. *In dieser Abhandlung wird daher die ökonomische Wirtschaftsgebarung im Waldbetrieb vom erwerbs- oder betriebswirtschaftlichen Standpunkt aus untersucht ohne Rücksicht auf die finanzielle Forschung, welche das Waldbesitzertum im Rahmen der gesamten Volkwirtschaft untersucht.* Gerade auf diesen Punkt ist das allergrösste Gewicht zu legen, denn hier können leicht ohne innere Berechtigung Betriebsregeln der Handels- und Industrieunternehmungen in Anwendung kommen (die Rentabilitätsschulen).

3. Die dritte Voraussetzung ist, dass es sich hier um die Betriebslehre einer Landgutswirtschaft handelt, und darum müssen der Theorie die besonderen Umstände der Urproduktion zugrunde gelegt werden. So wird neben der Wertrechnung auch die Bedeutung der Mengenrechnung hervorgehoben. Auch wird zweckentsprechend der Etat sowohl in der Masse wie in Geldbeträgen eingesetzt, auch die Kontrolle des Holzvorrates und somit des »Waldkapitals» geschieht sowohl der Masse wie dem Wert nach. Der Eigenart des Landgutsbetriebs entspricht auch der Vorrat an Inventarbeständen, wodurch eine Geldwertrechnung nicht überall durchzuführen ist, und es ergibt sich der wichtige Grundsatz, *dass als Betriebskapital nur Geld anzusehen ist. Die gebundenen oder eisernen Holzvorräte sind als spezifisches Kapital im Sinne* v o n W i e s e r s *zu betrachten und werden in den Erfolgsrechnungen ganz speziell behandelt.* Alle diese Besonderheiten bedingen eine eigene Behandlung des Stoffs, wodurch die Waldbetriebslehre in der Verwirklichung des wirtschaftlichen Ideals in mancher Hinsicht von der Betriebslehre der Handels- und Industrieunternehmungen abweichen muss. Es ist aber natürlich schon zu erwarten, dass die Ökonomik des Naturprozesses der eines industriellen Betriebes nicht gleich sein kann.

Die theoretische Bearbeitung der Waldbetriebslehre ist heute noch keineswegs in allen Einzelheiten vollständig durchgeführt, ja sie ist

erst im Entstehen begriffen. Auch der Platz im System der Forstwissenschaft lässt sich bestreiten. Jedenfalls deckt sich die Ökonomie des Waldbetriebs hauptsächlich mit der neueren forstlichen Statik im Sinne Martins und Chapmans, welche sie mustergültig bearbeitet haben. Dagegen ist der Platz der Waldwertrechnung weniger sicher. Sie diente hauptsächlich als Grundlage für finanzielle Umtriebsrechnungen der Bodenreinertragstheorie, sowie für die Berechnung von Entschädigungen, welche heute noch von Wert sind. Dagegen kann die »Waldwertrechnung des Normalwaldes und der Betriebsklasse» ohne grösseren Schaden aus dem System der Forstwissenschaften wegbleiben, bestenfalls behauptet sie ihren Platz als Einführung in die praktischen Aufgaben der Waldbetriebsleitung in Bewertungs- und Verkaufsangelegenheiten. Dies ist aber etwas ganz anderes. Die »Forsteinrichtung» umfasst eigentlich nur die Kunstlehre von der technischen Durchführung der Regelung des Waldbetriebs, besonders des Hiebes, ihr theoretischer Teil umfasst nach Wagner gerade manche der hier zu entwickelnden Grundsätze. Jedenfalls gehört die Frage nach den ökonomischen Zielen zu dem zentralen Teil der allgemeinen Waldbetriebslehre. Hier werden die betriebswirtschaftlichen Grundsätze so behandelt, wie sie bei der Begründung der speziellen Ziele zugrunde gelegt werden müssen.

I. Teil.

Allgemeine Grundlagen.

1. Allgemeines über die Behandlung der Ökonomie der Waldwirtschaft.

Die forstliche Statik wurde noch unlängst von der Mathematik und der mathematischen Forschungsmethode beherrscht, und erst neuerdings hat durch hervorragende Arbeiten von Martin 1918, Ostwald 1917, Chapman 1926 und Jonson 1917 sowie von Godbersen 1926 diese Auffassung einer neueren, wirtschaftstheoretischen Platz gemacht. Doch bleibt die moderne forstliche Statik den Worten Martins 1918, S. 1, treu: »In der forstlichen Statik werden die Erzeugungskosten und ihre Erfolge in Vergleich gestellt», und weiter: »Die Erzeugungskosten bestehen in dem Aufwand von Arbeit, Kapital und Boden; der Erfolg ist der Ertrag». Wenn dem so wäre, bliebe der Kern auch weiter rein mathematisch, denn die Verwirklichung des wirtschaftlichen Prinzips bliebe nur eine Sache der *Kostenbemessung*.

In diesem Sinne wurde die forstliche Statik speziell auf Grundlage der Waldwertrechnung aufgebaut, besonders nach dem Erscheinen der Faustmannschen Formel im Oktober 1849. Wie auch Martin zugibt, wurde aber das Vorherrschen der mathematischen Behandlungsweise so mächtig, dass das »wesentliche Merkmal verschiedener wirtschaftlicher Anschauungen in der Methode der Behandlung des Stoffs» zu liegen schien. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass sich die verschiedenen waldwirtschaftlichen Schulen darüber stritten, welche Formel dem Reinertragsgedanken am besten entspreche. Deutlich wird dies durch das grosse Handbuch der forstlichen Statik von Heyer 1871 illustriert, weil sich der Verfasser dort dermassen in mathematische Abstraktionen einnistete, dass er den Ausweg in die Praxis nicht mehr finden konnte und deshalb der praktische, angewandte Teil ungeschrieben blieb. Dagegen irrt Martin, wenn er im Anschluss an die Roschersche Arbeit die mathematische Methode in der Wert- und Preislehre *ganz* verwirft. Gerade nach dem Auftreten Roschers erschien die mathematische Richtung unter

Führung von Jevons und Walras, und neulich durch Marschall und Pigou noch weiter bearbeitet, scheint sie sehr weite Anerkennung gefunden zu haben. Auch wird es als ein grosses Verdienst der mathematischen Lausanner Schule betrachtet, dass sie das idealisierte Preisbildungsproblem erstmals vollständig und allseitig behandelte. Unseres Erachtens scheint jedoch Martin recht zu haben, wenn er behauptet: »Wirtschaftliche Fragen können nicht auf einseitig mathematischem Wege gelöst werden», und: »In der allgemeinen Wirtschaftslehre ist dieser Grundsatz allseitig anerkannt» (1918, S. 15). Man kann auch nur beizustimmen, wenn er meint, dass grundlegende Wirtschaftsprinzipien auch ohne Mathematik gefunden und entwickelt werden können, besonders wenn die mathematische Abstraktion sich von der Praxis zu weit entfernt.[1]) Die mathematische Behandlung der Ökonomie der Waldwirtschaft ist in den Arbeiten von König, Pressler und Heyer erstmals vollständig durchgeführt worden.

Gottlob König (gest. 1849) erkannte die Probleme der Waldwertrechnung und forstlichen Statik nahezu in ihrem ganzen Umfang. In seiner »Forstmathematik», 1835, behandelt er die Waldwirtschaftsökonomie unter der Bezeichnung »Allgemeine mathematische Gesetze und Verhältnisse des Holzertrags». In dieser Arbeit ist die Behandlung des Stoffs vollständig mathematisch, und wenn man sich noch vergegenwärtigt, dass sich auch Ricardo und Thünen bereits in Berechnungen über »das stehende und umlaufende Kapital» der Mathematik und der Grenzanalyse bedienten, so ist zu verstehen, dass diese Methode die herrschende blieb. Dabei waren die aussermathematischen Grundlagen der Waldwirtschaft noch nicht zur Genüge aufgeklärt. Neben dem Verhalten der einzelnen Bestände untersuchte König auch schon den Normalwald, welcher später in der Bodenreinertragstheorie eine grosse Rolle spielte. Über die Arbeiten Königs schreibt Martin: »Trotzdem bleibt Königs Schrift wegen ihres durchaus originalen Charakters und ihres wissenschaftlichen und praktischen Gehaltes von grosser Bedeutung für die Fort-

[1]) Besonders, zu erwähnen sind in dieser Hinsicht die Worte von Wiesers 1914, S. 139:
«Ohne Zweifel hat die mathematische Methode innerhalb der Wirtschaftstheorie ihre berechtigte Anwendung, aber das Gebiet ihrer Anwendbarkeit ist auf jene Teile des Stoffes begrenzt, in welchen die idealisierenden Annahmen höchster Abstraktion zulässig sind. Es ist dies die Wertlehre und Preislehre, soweit diese beiden Lehren unter der Annahme einer stehenden Wirtschaft dargestellt werden, die weder Fortschritt noch Rückschritt zeigt, für eine Wirtschaft, die im Flusse der Entwicklung ist, können selbst die Lehren von Wert und Preis nicht mehr in streng mathematischer Fassung vorgetragen werden.»

bildung der forstlichen Statik». Im übrigen sind die Schriften von König durch die moderne Forschung noch nicht eingehend gewürdigt worden, ihr Gehalt dürfte höher sein, als man bisher geglaubt hat. König dürfte der wahre Gründer der »Waldrentabilitätsschule» sein.

Ihm folgte der andere Forstmathematiker Max Robert Pressler (gest. 1886), welcher die »Reinertrags-Forstwirtschaft» als Gegenstand seiner Untersuchungen betrachtete. Er hat endgültig die Lehre von den Produktionskosten und dem »Kapitalcharakter» der Holzvorräte in die Forstwissenschaft eingeführt, und hierbei hat er sich von seinem mathematischen Talent leiten lassen. Er bediente sich in meisterhafter Weise der Grenzanalyse, welche erst in den 70er Jahren von neuem »erfunden» wurde. Während er aber durch seine kleineren Arbeiten, z. B. »Der rationelle Waldwirt und sein Waldbau des höchsten Ertrags», 1—5 Heft, Dresden 1858—1865, viel zur Verbreitung des Rentabilitätsgedankens beigetragen hat, gelang es erst seinem Nachfolger Heyer, die forstliche Statik in der akademischen Praxis zum Siege zu führen.

Gustav Heyer (gest. 1883) führte die Lehre systematisch und in strenger Fassung weiter. Die Theorie der Waldwirtschaft behandelte er bereits 1865 in seiner »Anleitung zur Waldwertrechnung» und gab dann im Jahre 1871 das Hauptwerk der älteren Waldwirtschaftslehre, das »Handbuch der forstlichen Statik» heraus, das sich die Aufgabe stellte, »die in praxi üblichen Wirtschaftsverfahren auf ihre Rentabilität zu prüfen, nach Bedürfnis auch andere, besser rentierende Verfahren ausfindig zu machen und zu diesem Zwecke nicht allein die Erträge und Produktionskosten der Waldwirtschaft aus der Literatur sowie durch besonders anzustrebende Untersuchungen und Versuche zu erheben, sondern auch die Methoden der Rentabilitätsrechnung weiter zu vervollkommnen». Dieses bedeutende Werk war für die grosse Masse zu schwer verständlich. Auch das erklärt in mancher Hinsicht, seinen führenden Platz auf den Universitäten, aber auch unter den Akademikern waren nur wenige so gelehrt, dass sie den Inhalt des fraglichen Werkes ganz verstehen konnten, desto weniger zu widerlegen vermochten. Martin sagt über das Lehrgebäude in diesem Werk: »Sowohl die Methode, welche von vornherein durch den an die Spitze gestellten, für die Forstwirtschaft ungeeigneten Begriff des Unternehmergewinns charakterisiert war, als auch die zahlreichen Formeln, in welchen die statischen Lehrsätze gefasst wurden, machten sie praktisch nicht empfehlenswert». Noch in neuester Zeit wird die Heyersche Richtung (die Bodenreinertragsschule) durch die Arbeiten von Endres

vertreten, und seine Lehrbücher können als die letzten Ausläufer dieser »klassischen Schule» der Waldwirtschaftslehre angesehen werden.

Für die Theorie der Waldwirtschaft von König bis Heyer waren drei verschiedene Begriffe,[1]) nämlich das *Weiserprozent*, die *Bodenrente* und der *Unternehmergewinn* sehr charakteristisch. Sie stehen aber dennoch nicht in einer Ebene. Aus dem Weiserprozent und den anderen Ausführungen von König und Pressler ist die Waldrentabilitätsrichtung hervorgegangen, dagegen läuft die andere Richtung von der Bodenrentenformel Faustmanns über den Unternehmergewinn Heyers und vermittels der Arbeiten von Judeich bis zu denen von Endres. Eigentlich haben diese beiden Richtungen sehr wenig gemeinsam, sie treten aber öfters zusammen in den Lehrbüchern der Forststatik und der Forstpolitik auf. Aus der ersten Richtung (dem Weiserprozent) ist die neuere Waldrentabilitätsschule, vertreten durch Martin, Jonson, Glaser und Schiffel, hervorgegangen. Die Waldrentabilitätsschule repräsentiert den weitverbreiteten Gedanken, die alte Reinertragstheorie in eine modernere Gestalt umzuformen, und behandelt darum auch die Bodenreinertragstheorie mit Rücksicht und Pietät. So schreibt z. B. von Guttenberg 1911, S. V—VI, sehr bezeichnend: »Gleichwohl hatte ich aber keinen Anlass, irgend eine wesentliche Änderung in der Einteilung oder in der Behandlung des Stoffes eintreten zu lassen; selbst jene kritischen Urteile, die weniger meinem Buch als den in dessen theoretischen Teil aufgenommenen Grundsätzen der Reinertragslehre als solcher galten, konnten mich nicht bestimmen, von meiner zwischen den extremen Vertretern des Bodenreinertrages einerseits und des Waldreinertrages andererseits vermittelnden Stellung zugunsten der einen oder der anderen Richtung abzugehen. Die Hauptsache scheint mir zu sein, dass das Rentabilitätsprinzip nicht nur als auch für die Forstwirtschaft geltend anerkannt, sondern auch in der Wirtschaftsordnung, soweit dies andere Umstände gestatten, zur Durchführung gebracht werde, worin ja auch die meisten derjenigen, die sich als Gegner der sogenannten Bodenreinertragslehre bezeichnen, übereinstimmen. Ob dies nun im Wege der Berechnung der Bodenrente oder jener der Verzinsung des Waldkapitals erfolgt, ob für die Nutzungsordnung das Weiserprozent oder eine andere entsprechende Beurteilung der finanziell günstigsten Nutzung angewendet wird, das scheint mir um so weniger eine schwerwiegende Entschei-

[1]) Diese Begriffe werden später in diesem Allgemeinen Teile ausführlich untersucht.

dung und ein genügender Anlass zu heftigem Widerstreite zu sein, als in der Praxis der Forsteinrichtung bekantlich neben der streng finanziellen Feststellung sowohl des Umtriebes als der Hiebesreife des Einzelbestandes stets noch andere Umstände mitbestimmend hinzutreten, also erstere wohl nur selten allein als entscheidend erscheint.» Seite 17 sagt er noch deutlicher: »Das Ziel der Forstwirtschaft und somit auch die Aufgabe der Forstbetriebseinrichtung in bezug auf diese Frage ist vielmehr dahin festzustellen, dass mit dem gegebenen Waldkapitale eine möglichst hohe Rente bei genügender Rentabilität, d. h. bei noch entsprechender Verzinsung des Kapitals, erreicht werde.» Hier ist schon der Boden der Bodenreinertragslehre verlassen, und es wird für das *Waldkapital* eine möglichst hohe Verzinsung angestrebt. Über die allgemeine Rentabilitätsgleichung des »Produktionsfonds» behauptet Martin, dass sie die wichtigste der ganzen forstlichen Statik sei. In demselben Sinne fährt auch Jonson fort. Glaser glaubt, dass sein Rentabilitätsgedanke ein neuer sei, seine Grundlagen finden sich aber schon bei Hundeshagen und noch deutlicher bei König wieder; diese beiden Autoren sind jedoch durch die später entstandene Bodenreinertragsschule ganz überschattet worden.

Wenn man somit die Waldbetriebslehre, wie sie vor Ostwald stand, überschaut, kann man einige Grundbegriffe dieser Lehre herauskristallisieren, um welche sich die verschiedenen Schulen spinnen. Erstens gibt es den Begriff des *Wirtschaftens*, welcher natürlich für eine Betriebslehre von grundlegender Bedeutung ist. Nur durch diesen Begriff lässt sich die Bewirtschaftung betriebswirtschaftlich definieren. Im Anschluss an diese Darstellung liest man im speziellen Teil die Ausführung über die Waldreinertragstheorie und die Dauerwaldtheorie, ihre Schwäche wird dadurch am besten klargelegt. Für alle Rentabilitätsschulen ist von Bedeutng der Begriff des *Kapitals*, welcher auch bisher in der Waldbetriebslehre eine grosse Rolle gespielt hat. Dagegen hat besonders die Formel der Bodenreinertragslehre gesündigt, und sie wird in diesem Zusammenhang am besten studiert. Dann hat man den Begriff des *Wirtschaftserfolgs* in dem Waldbetrieb, wogegen der Begriff des Unternehmergewinns verstösst. Letzthin hat man noch die *Produktivität* und die *Rentabilität* zu studieren, woran sich das Weiserprozent und die Grundlagen der Waldrentabilitätslehren unschwer anknüpfen lassen. Es bleibt dann noch übrig, die Grundlagen der *dynamischen Wirtschaftsauffassung* zusammenzufassen, wobei sich auch ein na-

türlicher Anknüpfungspunkt für die von Wagener, Ostwald und Krieger vertretene dynamische Theorie der Waldwirtschaft ergibt. Erst auf diesen Grundlagen wird dann die dynamische Wirtschaftstheorie des Waldbetriebs im zweiten Teil aufgebaut.

2. Der Begriff des Wirtschaftens in der Forstwissenschaft.[1])

Rudolf Weber (1893) in seinem vielbeachteten Lehrbuch und nach ihm manche andere Autoren haben auf den Unterschied zwischen Waldbetriebslehre und forstlicher Produktionslehre oder waldbaulicher Technik hingewiesen. Alle diese Autoren heben die wirtschaftende Tätigkeit im Gegensatz zu der Produktionstätigkeit, die über die ausführende Technik des Waldbaus handelt, hervor. Ehe wir auf die Ziele der Bewirtschaftung der Wälder eingehen, soll der Begriff des Wirtschaftens im Waldbereich etwas näher untersucht werden.

Die Technik des Waldbaus ist hier im weiteren Sinne des Wortes genommen, als praktische Tätigkeit, eine Art und Weise des Handelns, der Benutzung der Wälder; sie besteht also darin, welche Mittel man in der Waldwirtschaft handhabt, und wie man sie handhabt, um den praktischen Zweck des Waldbetriebs zu erreichen, sie zeigt, welchen Weg zum Ziel man in der praktischen Waldwirtschaft einschlägt, umfasst also die Praxis des Waldwirts. Von altersher wird in der Forstwissenschaft von Technologie gesprochen, aber damit wird gewöhnlich nur die Waldbenutzung gemeint. *Hier wird das Wort waldbauliche Technik etwas weiter genommen und soll die praktische Betätigung im Waldbetrieb bedeuten;* doch soll der Begriff waldbauliche Technik in diesem Kapitel noch genauer erläutert werden.[2])

Die Technik des Waldbaus im weiteren Sinne des Wortes hat eine eigentümliche Doppelnatur. Im subjektiven Sinne wohnt sie dem handelnden Waldbesitzer inne, ähnlich wie ihm Erfahrung, Gewandtheit usw. eigen ist. Im objektiven Sinne ist die Technik des Waldbaus die Kunst des rechten Weges zum Waldwirtschaftsziel, wie sie

[1]) Natürlich werden auch Wälder nach Gewohnheitsmassregeln bewirtschaftet. Sehr hübsch beschreibt dies Marshall 1925, S. 20. »It is not to be supposed that we assume every action to be deliberate, and the outcome of calculation. For in this respect economics takes man just as he is in ordinary life: and in ordinary life people do not weigh beforehand the results of every action.»

[2]) In diesem Sinne schon Pressler 1858.

heutzutage genannt wird. Im Gedanken des Waldbaus lebt unverkennbar das Streben, so vollendet wie möglich zu handeln. Die Technik des Waldbaus im objektiven Sinne ist das objektive Ganze der Verfahren und Hilfsmittel bei der Erziehung der Wälder auf bestimmter Fläche. Sie hat die Aufgabe, dem Waldwirt den Erfolg zu sichern. Eine Bewirtschaftung der Wälder ohne entwickelten Waldbau ist ein unsicheres Tasten nach Erfolg, ein ungenaues Vorgehen, welche Art und Weise noch heute in den nordischen Holzexportländern, besonders wegen der unsteten Preisverhältnisse und mangelnden Absatzes, notgedrungen viel in Gebrauch ist. Erst eine grundlegende Kenntnis des Waldbaus lehrt den Waldwirt die Bedingungen erfüllen, an welche der Eintritt des Erfolges gebunden ist. Ehe sie aber die Bedingungen des Erfolges erfüllen lehrt, muss sie selber erst diese Bedingungen kennen lernen. Die Kenntnis lässt sich, was die Wälder betrifft, vor allem aus der Erfahrung schöpfen. *So gründet sich der Waldbau und die Technik des Waldbetriebs auf Erkenntnis, und eben darin besteht das Verstandesmässige des Betriebes.* Die Wahl der rechten Methoden trifft die Technik des Waldbaus, sie ist somit in erster Linie Realtechnik, die Technik des naturbeherrschenden, an den Naturgesetzen orientierten Handelns, vgl. z. B. Cajander, »The Theory of Forest Types», 1926, S. 1—3, und Lönnroth 1927, S. 4—5, Anmerkung.

Die Ökonomie und die Technik des Waldbaus wurzeln gemeinsam in der betreffenden Lage des Waldbesitzers zur Aussenwelt. Von der Aussenwelt hängt der Waldbesitzer in doppelter Weise ab. Ursprünglich so, dass er Bedürfnisse hegt, die nur in der Aussenwelt ihre Befriedigung finden können. Wenn nun die Befriedigung unvollständig bleibt und daraus der Zwang zum Handeln, zu tätigem Eingriff in die Aussenwelt zugunsten der Deckung seines Bedarfes hervorgeht, verfällt er der zweiten Abhängigkeit. Aus jener primären Abhängigkeit entspringt nun das Wirtschaften, aus der sekundären, aus der Notwendigkeit, dass man den Naturgesetzen Rechnung tragen muss, um die Natur beherrschen zu können, entspringt die *waldbauliche Technik* oder die gesamte Technik des Waldbetriebs. So wird hier schon das grundsätzliche Verhältnis zwischen beiden übersehbar. *Die Technik des Waldbaus ist um der Bewirtschaftung willen da, aber die Bewirtschaftung nur durch die Technik vollziehbar.*

Das Wirtschaften und ihre Technik spielt der Waldbesitzer gegen die Aussenwelt aus, um dem Druck von deren Abhängigkeit zu begegnen. Mithin lebt in der Bewirtschaftung und ihrer Technik einheitlich

als ihr Grundgedanke: die Befreiung vom Zufall. Die Bewirtschaftung, wenn sie die Erzielung von Einkommen zu regeln sucht, ihre Technik, wenn sie den Vollzug der einzelnen Handlungen zu regeln sucht, sie trachten einhellig *nach Ordnung. Seiner Idee nach ist demnach das Wirtschaften im Waldbetrieb die nützlichste Ordnung in der Benutzung der Wälder, seine Technik die Ordnung im Vollzug dieses Handelns.* In Übereinstimmung mit unserer Definition stehen z. B. die ausführlichen Äusserungen von Wagner 1928 über »die zeitliche und räumliche Ordnung im Walde», und Judeich bezeichnet 1923 als Aufgabe der Forsteinrichtung: »den gesamten Wirtschaftsbetrieb in einem Walde räumlich und zeitlich so zu ordnen, dass der Zweck der Wirtschaft möglichst erreicht wird». Unsere deduktive Herleitung des Begriffs des Wirtschaftens steht somit im Einklang mit den als richtig erkannten Grundprinzipien der Forstwissenschaft.

Häufig wird hervorgehoben, dass die Folge wirtschaftlichen Handelns in der Waldbenutzung Zwang zum Sparen mit den verfügbaren Vorräten sei.[1]) Doch Wirtschaften ist wesentlich mehr und ist sinnvoller als Sparen. Ordnung, nicht Sparen, liegt dem Wirtschaften als eigentlicher Sinn bei. An sich ist das Ordnen der Nutzung der ureigene Inhalt der Waldwirtschaft im objektiven Sinne. Aber die ganze Art, wie dieses Ordnen gehandhabt werden muss, folgt zwingend aus dem Grundverhältnis des wirtschaftlichen Handelns überhaupt. *Die Bewirtschaftung der Wälder hat zum Inhalt die bewusste Einpassung des Betriebes in die gegebene Lage des Waldbesitzers.* Es umfasst dies:

1. Ein Ordnen der Betriebsmassregeln durch die Abtriebsreihenfolge, sowohl nach der Dringlichkeit der Bedürfnisse als nach den Ausmassen, in welchen sie befriedigt werden, und stets im Hinblick auf die Beschränktheit der verfügbaren Mittel. Damit vollzieht sich das *Haushalten*, und z. B. *in diesem Sinne* nannte Böcker 1829 die Bewirtschaftung der Wälder »Haushaltung», und nach ihm die Autoren des Nordens ein ganzes Jahrhundert lang (»Skogshushållning»).

2. Einen Wandel der Lage zugunsten besserer Einkommenserzielung im Sinne des *Erwerbens.* Der waldwirtschaftliche Erwerb im engeren Sinne des Wortes ist die Aktivität, welche den erwerbsmässigen Betriebsunternehmungen eigen ist und die von Köstler 1928 auch betreffs der Waldbetriebe untersucht worden ist.

3. Zugunsten besserer Einkommenserzielung lässt sich aber die gegebene Lage noch anders wandeln, durch hervorragende *Produktion,*

[1]) Vgl. später bei der Dauerwaldschule.

im Wege tätiger Eingriffe in das Walten der Naturkräfte. Hier paart sich nun das Wirtschaften mit der waldbaulichen Technik. Jene Begriffe vollziehen sich nämlich als technische Vorgänge, bei denen das beteiligte Handeln seinen Erfolg zu sichern sucht, indem es jene Bedingungen erfüllt, an die sich der Erfolg bei der Bewirtschaftung kettet. *Mit diesen Vorgängen des ausführenden Waldbaus im Dienste der Einkommenserzielung vollzieht sich das Produzieren als dritter Inhalt der Waldwirtschaft neben Haushalt und Erwerb.* Bei dem Wirtschaften ist der Wille zur Erziehung der Wälder, ihm entfliessen die Weisungen, denen sich die Produktion anzupassen hat. Der Vollzug der Produktion aber steht der Technik des Waldbaus zu, die in dieser Hinsicht gleich dem Arme des Waldwirts wirkt.[1])

Aus der allgemeinen Zweckmässigkeit des Handelns oder nach Gottl-Ottlilienfeld »der Lebensnot», die auch erst der Technik des Waldbaus Sinn und Dasein leiht, entspringt ein Prinzip, dem sich alles Produktive beugen muss: *das wirtschaftliche Prinzip.* Es ist nicht zu leugnen, dass mit fortschreitender Intensität der Betriebsführung, mit dem Vorherrschen solcher Bestandesformen, welche menschlicher Arbeitsleistung ihren Ursprung verdanken, und mit der Wertsteigerung des verfügbaren Bodens die Gründe sich verstärken, welche einer korrekten, wissenschaftlich unanfechtbaren Methode der Wirtschaftlichkeitsbemessung das Wort reden. Je mehr die Bewirtschaftung der Wälder sich von der blossen Exploitation der ehemals unzugänglichen Waldschätze entfernt und in die geregelten Bahnen einer eigentlichen Waldproduktion übergeführt wird, *desto dringender wird die Veranlassung, einen wirtschaftlichen Kalkül an den ganzen Betrieb und an die in diesem tätigen Vermögensteile anzulegen.* Weil heute die Bewirtschaftung ein Geschöpf rationellen Handelns ist, deshalb gehört es zu dem innersten Wesen des Wirtschaftens, allemal im Sinne dieses wirtschaftlichen Prinzips zu verfahren. Im Grund ist die Wirtschaftlichkeit schlechthin das Prinzip der Vernünftigkeit beim Handeln, und Ansichten über dieses Prinzip können in verschiedenen Ländern und Zeiten verschieden sein.

---

[1]) Neuestens hat sich die Wissenschaft näher mit dem Verhältnis von Technik und Wirtschaft befasst, und das Ergebnis der Untersuchungen von Voigt 1912, Gottl-Ottlilienfeld 1914, Spann 1923, Liefmann 1919 und Hans Mayer 1922 ist ziemlich ähnlich, wenn auch kleinere Unterschiede bestehen bleiben. Über das Prinzip in der Wirtschaft wissen neuerdings Beachtenswertes zu sagen Moeller 1920—21, Vershofen 1926 und Halberstaedter 1925. Wir folgen den Autoren beinahe wörtlich.

Die heute beinahe am meisten anerkannten Definitionen des wirtschaftlichen Prinzips sind die von Cassel und Liefmann. So schreibt z. B. Cassel 1923, S. 4—5: »Betrachtet man eine Wirtschaft in ihrem Ganzen, so wird sie immer Mittel zur Bedürfnisbefriedigung besitzen, die für sehr verschiedene Zwecke verwendet werden können. Mit den zur Verfügung stehenden Mitteln können also verschiedene Bedürfnisse je nach Wunsch in verschiedenem Grade befriedigt werden, und es wird eine gewisse Auswahl der Zwecke, für welche die zur Verfügung stehenden Mittel verwendet werden sollen, getroffen werden müssen, mit anderen Worten, es muss diejenige Anwendung der Mittel, die wir als die »wirtschaftlich beste» oder »wirtschaftlichste» bezeichnen können, angestrebt werden. Das wirtschaftliche Streben wird dann auf Herstellung einer gewissen Gleichmässigkeit der Versorgung der verschiedenen Bedürfnisse hinausgehen, wobei auch die verschiedenen Bedürfnisse gewissermassen gleichmässig beschränkt werden müssen. Die Forderung auf gleichmässige Beschränkung der Bedürfnisbefriedigung mit Hinsicht sowohl auf die Zeit, wie auf die verschiedenen Bedürfnisarten können wir als das Prinzip der Gleichmässigkeit der Bedürfnisbefriedigung bezeichnen. Der zweite Weg, auf welchem die Aufgabe der Wirtschaft gefördert werden kann, ist das Streben, einen bestimmten Zweck mit möglichst geringem Aufwand von Mitteln zu erreichen. Diese Forderung, die wir als das Prinzip des kleinsten Mittels bezeichnen können, führt zu einer ganz besonderen Auswahl unter den technisch möglichen Methoden und wird zum Leitstern für die gute Organisation der Wirtschaft». Beide Prinzipien finden sich seit alters in der Forstwissenschaft als das Prinzip der »Nachhaltigkeit» und das »ökonomische» Prinzip.

Sehr eingehend behandelt Liefmann 1919, S. 262—286, das wirtschaftliche Prinzip, und er kommt zu auch für die Waldwirtschaft bedeutungsvollen Schlussfolgerungen. Bei näherer Betrachtung findet er, dass man drei Auffassungen des wirtschaftlichen Prinzips unterscheiden kann. Erstens wird das wirtschaftliche Prinzip aufgefasst als das Prinzip des kleinsten Mittels, Sparprinzip, wie es Dietzel bezeichnet. Wirtschaftlichkeit wird aber auch aufgefasst als das Streben nach einem möglichst grossen Erfolg, und besonders in der Forstwissenschaft wird zwischen technisch quantitativem Erfolg (dem Holzertrag) und dem Geldwert des Erfolges (dem Geldertrag) unterschieden. Doch das vollständige Prinzip der Wirtschaftlichkeit fasst Liefmann als eine Vereinigung beider

Prinzipien auf. Es ist eine Kombination dieser beiden Gesichtspunkte: nicht möglichst geringe Aufwendung von Mitteln allein, auch nicht möglichst grosser absoluter Ertrag, sondern möglichst grosser Erfolg, erzielt mit einem möglichst geringen Aufwand von Mitteln: das ist die dritte Auffassung des Wesens des wirtschaftlichen Prinzips. Liefmanns Ansichten haben zum Teil durch Glaser 1914, aber besonders durch Spiegel von und zu Peckelsheim 1926 Eingang in die Forstwissenschaft gefunden. Liefmanns Untersuchungen sind sehr wertvoll bei der Analyse der waldwirtschaftlichen Lehrmeinungen, wie wir noch später in dem Kapitel über die »dynamische Wirtschaftsauffassung» sehen werden.

Ganz genau genommen ist diese Auffassung Liefmanns nicht vollständig haltbar. Denn mögen Erfolg und Kosten wie immer voneinander abhängen, dass sich der grösste Erfolg ausgerechnet mit den geringsten Kosten vereinbaren liesse, ist unter unendlich vielen möglichen Fällen gerade der Grenzfall der äussersten Unwahrscheinlichkeit. Gewiss ist dieses Prinzip so einfach, dass man seinen richtigen Inhalt sogar aus einer so unglücklichen Fassung heraushört. Man mag auch z. B. den äusserst »finanziellen» Umtrieb für einen Bestand herausrechnen, eine leichte Preisverschiebung kann doch das ganze mathematische Gleichungssystem zu ganz unerwarteten Resultaten führen. Eine vollkommene Wirtschaftlichkeit wie die, nach welcher die Bodenreinertragstheorie trachtet, ist wegen der menschlichen Unzulänglichkeit und der Marktorientierung eine Unmöglichkeit. Dabei sind jedoch subjektive Vorkalküle unter dem Vorbehalt stabiler Preise berechtigt und notwendig[1]).

Schon früher wurde die Aufmerksamkeit auf den Ausspruch Liefmanns gelenkt, dass Aufwand oder Kosten und Erfolg stets irgendwie voneinander abhängen. Die Abhängigkeit ist allerdings keine starre, also nicht so, dass einem gegebenen Erfolg stets ein ganz bestimmter Aufwand entspräche. Am vernünftigsten ist darum die Kombination, die, auf die Einheit des Erfolgs berechnet, den mindesten Aufwand erfordert. Denn folgerichtig ist dies zugleich auch der Weg, der, auf die Einheit des Aufwands berechnet, den grössten Erfolg vermittelt. Hierzu kommt noch das von Cassel und den wald-

[1]) Bei der Bestimmung der ökonomischen Ziele sind bisher die Kosten bei den Rentabilitätsschulen besonders beachtet worden. Nach ihnen kann die Wirtschaftlichkeit im Waldbetriebe ganz wie in den Handels- und Industrieunternehmungen erfasst werden.

wirtschaftlichen Forschern aufgestellte Prinzip der Nachhaltigkeit oder Gleichheit der Nutzung. Sehr ausführlich behandelt diesen Gegenstand z. B. Wagner in seinem Lehrbuch der theoretischen Forsteinrichtung 1928, S. 53—107 und 192—230, sowie 3—4.

Der Waldbesitzer wirtschaftet weder durch Verzehr der Holzvorräte noch durch Säen und Pflanzen im Sinne der Produktion. Nicht also damit, dass man eine forstliche Kulturfläche bestellt, wirtschaftet man; *erwägen aber, ob und in welchem Umfang es geschehen soll, und darüber in umsichtiger Wahl den Entscheid treffen, das schlägt in das Wirtschaften ein.* Es ist eine ordnende oder organisatorische Tätigkeit, die nicht in der Ausführung der einzelnen technischen Massnahmen Platz findet.

Das Wirtschaften im Waldbereich betätigt sich stets innerhalb einer gegebenen Gesamtlage der Bedürfnisse sowohl als auch der Verfügung. Von einer Würdigung der Gesamtlage nimmt die Bewirtschaftung der Wälder ihren Ausgang. Bewirtschaftung der Wälder heisst eben, im Gegensatz zu der Bodenreinertragstheorie, immer und nachhaltig das Ganze im Auge behalten, um über den einzelnen Bestand oder die einzelnen Dimensionsklassen so zu entscheiden, dass es zum Nutzen des ganzen Waldbetriebs ausschlägt. Immer auf die endzweckmässige Gestaltung des Ergebnisses geht das Wirtschaften aus. So führt eine streng einheitliche Erwägung, die im ganzen Umkreis des Waldbetriebs den das Ergebnis bestimmenden Verhältnissen zugleich Rechnung trägt, zum Ziel[1]).

Die Ordnung des nachhaltigen Verbrauchs der Holzvorräte im Sinne dieser erwägenden Auslese, zusammengedacht mit aller Tätigkeit, über die in diesem Geiste Verfügungen ergehen, zusammen also mit dem Regeln, Bewahren, Ausnützen usw., ergibt das waldwirtschaftliche Haushalten. Aber diese wirtschaftliche Erwägung selber greift noch über das *Haushalten* hinaus und in die anderen soeben erörterten Inhalte der Bewirtschaftung über. Denn auch *Erwerb*

[1]) Oppenheimer schreibt 1923, S. 31. »Der Mensch handelt nicht nur rationell, wenn er das objektiv kleinste Mittel zum grössten Erfolge wählt, sondern bereits dann, wenn er sein subjektiv kleinstes Mittel ergreift. Das ist die Überlegung, die jener rationellen Handlung vorausgehen hat, wenn sie nicht eine gewohnheitsmässige Handlung ist: in diesem Falle lenkt nur die Erfahrung.

Aus dieser Erwägung folgt, dass auch der Mensch durchaus rationell handelt, der das objektiv kleinste Mittel nicht kennt. Er wählt dann rationell dasjenige, das ihm subjektiv nach seiner Kenntnis als das kleinste erscheint.«

und *Produktion* wollen in den einheitlichen Zusammenhang der Bewirtschaftung einbezogen sein. Zwar schlägt in das Wirtschaften selber weder der Vollzug des waldwirtschaftlichen Erwerbs ein noch der Vollzug der waldwirtschaftlichen Produktion. Nur aus der Würdigung der Gesamtlage geht hervor, was an Mitteln zur Verfügung steht für den besonderen Zweck, den Umfang der verfügbaren Mitteln zu erweitern, das letzte ist ja Aufgabe des waldwirtschaftlichen Erwerbs und der Produktion. *Das forstliche subjektive Wirtschaften umfasst also das Haushalten sowohl wie auch die Willensbildung hinsichtlich der Handlung des waldwirtschaftlichen Erwerbs und der Produktion.* Zwei einheitliche Züge gehen durch alle diese Inhalte der wirtschaftlichen Tätigkeit des Waldbesitzers hindurch. Einmal, dass alles Wirtschaften den einzelnen Bestand stets aus dem Wald heraus zu erfassen und mit jedem einzelnen Bestand wieder das Ganze zu verfolgen sucht. Zweitens aber muss das Wirtschaften mit Umsicht Sorge dafür tragen, dass stets die möglichste Übereinstimmung zwischen der Leistung und dem verausgabten Aufwand erreicht wird. Erläutert man danach das Wirtschaften, so erläutert man auch die Bewirtschaftung, und zwar so, wie sie vom Standpunkt ihres Subjekts, des Waldbesitzers oder des Waldwirts aus erfassbar wird. *Die Bewirtschaftung in diesem subjektiven Sinne ist demnach die umsichtig waltende Sorge des Waldbesitzers bei der einträglichsten Ausnutzung der Wälder.* Daneben bleibt jedoch auch die Waldwirtschaft eine Tätigkeit für sich. *Waldwirtschaft in diesem objektiven Sinne ist der zu Einheit und Andauer ausgeglichene konkrete Zusammenhang aller Handlungen bei der Bewirtschaftung innerhalb eines gegebenen Waldbereichs.* In Übereinstimmung mit der vorigen Definition des ökonomischen Ziels sagt auch Spiegel 1926, S. 5 –6: »Letztes Ziel jeder Wirtschaft, Erwerbswirtschaft wie der Konsumwirtschaft, ist die Bedarfsbefriedigung, aber die des Wirtschafters, nicht aber des Volkes oder der Menschheit. Es ist also nicht nur zulässig, sondern auch nützlich und notwendig, die Forstwirtschaft als ein wirtschaftliches Unternehmen anzusehen, und zwar gilt das für die Staatsforstwirtschaft in gleicher Weise wie für die Gemeinde- und Privatforstwirtschaft».

In der Forstwissenschaft behandelt man die Ziele des ökonomischen Handelns des Wirtschaftssubjekts, wie schon hervorgehoben wurde, in der Theorie der waldwirtschaftlichen Ökonomik. Dagegen war die alte »Forstökonomie», wie Godbersen 1926, S. 7, berichtet, eine Beschreibung der forsttechnischen Tätigkeit des Wirtschafters. Die hier durchgeführte Unterscheidung von Ökonomie

und Technologie des Waldbaus ist jedoch kaum in ganzer Strenge zu deduzieren,[1]) denn noch heute sind wahr die Worte von Wappes 1909, S. 28: »Wir hängen immer noch zu sehr an der Technik, am Stoff. Jedenfalls wären wir weiter, wenn das Prinzipielle der Frage besser in das Fach eingedrungen wäre.»

Alle Probleme, welche die Technik des Waldbaus i. w. S. in sich schliesst, entspringen letzten Endes aus jenen Produktionsaufgaben und Wirtschaftszielen, welche, wie auch Ostwald wiederholt bemerkt, die Wirtschaftsführung erwählt. Zwar bestimmt der Absatz z. B., welche Sortimente im Walde verkäuflich sind und darum erzeugt werden müssen, aber alle diese Umstände gelangen nicht immer selber zum Wort. Lässt sich ein Bedürfnis nach Bauholz nur durch entsprechende Produktion befriedigen, so steht ihm dieser Umweg über technische Vorgänge, zugunsten seiner Befriedigung, nur immer so weit offen, als es die Wirtschaftlichkeit duldet. Weil das Fichtenholz in Finnland schon in kleineren Dimensionen zur Zelluloseherstellung Absatz findet, muss entsprechend die Nachfrage nach Fichtennutzholz steigen und mit ihr auch die Preise, andernfalls wird es möglicherweise für den Waldbesitzer nützlicher, das Holz in kleinen Dimensionen an die Zellulosefabrikanten zu verkaufen. *Jedenfalls gilt es bei der Bewirtschaftung der Wälder auch grundsätzlich, dass immer das Wirtschaften der waldbaulichen Technik die Ziele (z. B. bestimmte Brusthöhenstammdurchmesser) feststellt, an denen die letztere heranwächst. So spinnt sich das Wechselverhältnis zwischen beiden mit der wirtschaftlichen Fundamentierung des Waldbaus an.*

Doch besonders bei der Bewirtschaftung der Wälder, wo die Produktion auf den natürlichen Zuwachsgesetzen der Bäume beruht, ist es einleuchtend, dass die Beziehungen zwischen Wirtschaften und Waldbau gleichsam zurückschlagen im Sinne der technischen Information des Wirtschaftens. Denn nur die Technik des Waldbaus vermag von ihrer Seite darüber aufzuklären, was an Produktion von Holz und verschiedenen Dimensionen überhaupt möglich ist, und auch darüber, mit welchen Aufwänden von *Zeit* und *Kosten* bei der Produktion von verschiedenen Dimensionen auf verschiedenen Waldtypen zu rechnen ist. Es entzieht sich z. B. völlig dem Gedankengang der Ökonomie, welche Art von Holz sich bei einer gegebenen

[1]) So versucht u. a. die Dauerwaldschule die ganze Wirtschaftstheorie des Waldbetriebes, wie später genauer dargelegt wird, durch technische Regeln zu ersetzen.

Lage anbauen liesse und wieviel Zeit die verschiedenen Sortimente der verschiedenen Holzarten auf bestimmten Waldtypen zu ihrer Entwicklung brauchen. Wir sagen zwar, das sei eine Angelegenheit des Waldbaus; aber der letztere ist in diesem Zusammenhang gar nicht als Wirtschaft, sondern als *technische Information* gemeint. Und so hält auch in jeder beliebigen anderen Angelegenheit stets nur die einschlägige Technik des Waldbaus jene Aufschlüsse bereit, die der Bewirtschaftung unentbehrlich sind, um auch nur jene Würdigung der Gesamtlage vornehmen zu können, von der sie allemal ausgehen muss. So sagt auch von Wieser 1914, S. 133, sehr bezeichnend: »Der Umfang der Wirtschaftstheorie reicht genau so weit, wie die gemeine Erfahrung», und S. 134: »Die Methode der Wirtschaftstheorie ist empirisch, sie beruht auf Beobachtung und hat kein anderes Ziel als das, die Wirklichkeit zu beschreiben.» Wenn die Theorie der waldwirtschaftlichen Ökonomik oder der Waldbetriebslehre sich diese Worte mehr vergegenwärtigte, bestände wohl kein so schroffer Gegensatz zwischen waldwirtschaftlicher Theorie und Praxis, wie er noch heute zu konstatieren ist.

Noch in einer anderen Weise wirkt sich das Wechselverhältnis zwischen Wirtschaften und technischer Ausführung aus. Diesem Wechselverhältnis entspricht die *wirtschaftliche Orientierung* des Waldbaus. Natürlich wird der Waldbau mit besonderer Rücksicht auf die Biologie der betreffenden Holzarten orientiert, und neuerdings wird dieser naturwissenschaftlichen Orientierung grosses Gewicht beigelegt. Doch hierbei kann man nicht stehen bleiben, andernfalls hat man es nicht mit Ökonomie im e. S. zu tun, sondern nur mit erfahrungsmässiger Orientierung. Von der wirtschaftlichen Orientierung des Waldbaus kann man in doppeltem Sinne sprechen. Einerseits ist ganz im allgemeinen die Wirtschaftlichkeit von bestimmendem Einfluss auf das Vorgehen des Waldbaus. Anderseits regelt sich noch in jedem Einzelfall der waldbaulichen Technik das praktische Vorgehen nach der wirtschaftlichen Lage des Falles. Diese beiden Gesichtspunkte liefern den Schlüssel zum richtigen Verständnis der wirklichen, existierenden Ausführung.

Im allgemeinen gibt sich der bestimmende Einfluss der Wirtschaflichkeit darin kund, dass der Waldbau bei der Erziehung der Stämme stets mit *Preisen* rechnen muss, sobald die Bewirtschaftung die Vorgänge der waldwirtschaftlichen Produktion zu gestalten sucht und darüber die letzten und auch entscheidenden Erwägungen anstellt. Von altersher weiss man, dass solche wirtschaftlichen Kalküle nicht

leicht anzustellen sind, und es ist zu beachten, dass hierbei zeitweise die nüchterne Erwägung eines Bauers ebensolchen Erfolg sichern kann als die hohe Mathematik. Dies beruht in erster Linie auf der Wandelbarkeit der Waldpreise, wie manchmal ausführlich nachgewiesen ist.[1]) In der Erziehung bestimmter Sortimente oder Dimensionsklassen ist eine gewisse Preislage eine notwendige Voraussetzung. *Die Aufwände beim Produzieren sind an sich sachlicher Natur, weil der Zuwachs der Wälder ein reiner Naturprozess ist und dabei wirksame Geldausgaben selten vorkommen. Die Aufwände werden dennoch bei der Waldwirtschaft als wirtschaftliche Grössen behandelt, also als Geldsummen.* Dieses Verhalten ist eine zwingende Notwendigkeit, andernfalls wären die Aufwände gar nicht zu erfassen. Einerseits ist es für den Waldbau unumgänglich, dass man alle Aufwände des Waldbetriebs einheitlich zu veranschlagen vermag, so dass sie alle untereinander verrechenbar werden. Auf der anderen Seite ist es der Waldwirtschaft vorbehalten, diese Kalkulation der Aufwände zu einer Tatsache zu machen. Es kann demnach festgestellt werden, dass weder der Waldbau noch die Ökonomie der Preiskalküle entbehren kann.

Wenn die praktische Ausführung der Betriebsmassregeln sich zweckmässig gestalten will, muss sie ihrer Wirtschaftlichkeit treu bleiben und überall nach dem vergleichsweise grössten Erfolg trachten. Bei ihren Erwägungen über die Verhältnisse der Kosten, im Sinne der betriebswirtschaftlichen Kalkulation, bleibt es im allgemeinen möglich, bloss auf eine Art des Aufwands zu achten, nämlich die internen Zinsen, welche die primären Kosten der Walderziehung ausmachen. Im allgemeinen werden alle Aufwände der Waldwirtschaft, sobald ihre Verrechnung erforderlich wird, als Preisgrössen veranschlagt. Allerdings muss zugegeben werden, dass der Kostenanschlag keine leichte Sache ist, aber ein Wirtschaftskalkül resultiert mit Notwendigkeit im Normalfall aus der gesamten Lage des Besitzersubjekts, mag er eine Privatperson oder der Staat sein. Das Urteil über die zulässigsten Aufwände kann immer nur im Schosse des Wirtschaftens reifen. Es muss noch einmal im Anschluss an Ostwald 1915 betont werden, *dass der Schlüssel zu einer einheitlichen Veranschlagung der Kosten einzig nur der Ökonomie entnommen werden darf, und dies auch dann, wenn der gesamte Wald als ein einheitliches*

[1]) Vergleiche z. B. die diesbezüglichen Abhandlungen von Judeich 1870, 1872, Lehr 1883, Stötzer 1883, Saari 1923 und Rubner 1923.

Wirtschaftsobjekt betrachtet wird, nicht nur der einzelne Bestand. Es kann mit anderen Worten behauptet werden, dass auch der Waldbau im praktischen Leben eine auffällige »*Preisgebundenheit*» zeigt und zeigen muss.

Wenn also der Waldbau eine wirtschaftliche Tätigkeit sein will, ist er gezwungen, gerade an letzter und ausschlaggebender Stelle, nämlich bei seiner praktischen Betätigung, stets mit wirtschaftlichen Grössen zu rechnen, immer die Ökonomie der Produktion im Auge zu behalten. Da dem Waldbau alle Wirtschaftsziele und seine Produktionsprobleme von der Ökonomie festgestellt werden, stellt sich nur das ganz natürliche Verhältnis her, wenn jener Zwang den Waldbau dazu führt, dass er überall sparsam vorgeht, wo er zugleich der Bewirtschaftung gegenüber zu sparen verpflichtet erscheint. So sagt auch Godbersen 1926, S. 19—20, ganz richtig: »Bei der Länge der Zeit, die zwischen Begründung und Ernte eines Holzbestandes verstreicht, muss jede Ausgabe, die die Produktionskosten des Bestandes belastet, von ausserordentlicher Bedeutung für die Rentabilität der Wirtschaft sein. Eine Steigerung der Rentabilität ist nicht nur durch Verringerung der Ausgaben oder Erhöhung der Erträge, sondern auch durch eine Verkürzung des Produktionszeitraums (auch der Umtrieb genannt) zu erzielen. Eine solche liegt etwa vor, wenn der Holzbestand bereits bei Erreichung schwächerer Durchmesser der Axt anheimfällt; wohl aber, wenn es gelingt, diejenigen Durchmesserstärken, die von der Wirtschaft angestrebt werden, durch geeignete Massnahmen in einem kürzeren Produktionszeitraum zu erzeugen». Dieses Sparen an internen Zinsen liegt schon im Wesen des Waldbaus selbst; worauf er es, im Sinne seiner wirtschaftlichen Orientierung, der Waldwirtschaft absieht, ist nur mehr die Richtung und das Ausmass, in welchem er zu sparen sucht. Beispiele solcher »forststatischer» Betrachtungen findet man in den Arbeiten über Forststatik, aber auch in den Werken von Borgmann 1911 und 1926 und Amilon 1923. Besonders das Werk von Amilon enthält sehr feine wirtschaftliche Analysen über den Produktionsprozess der Waldwirtschaft.

Es ist also festgestellt, das bei der Benutzung der Wälder bestimmte ökonomische Ziele befolgt werden, Ziele der Produktivität und Ziele der Rentabilität. In dieser Abhandlung wird dieser Sachverhalt nun genauer untersucht, und um vollständig ins Klare zu kommen, werden zuerst die Grundlagen der Zielsetzung betrachtet, dann die verschiedenen aufgestellten Theorien, und zuletzt wird zur Lösung der Aufgabe im allgemeinen geschritten.

3. Der Kapitalbegriff in der Forstwissenschaft.

Die waldwirtschaftliche Produktion knüpft wie die landwirtschaftliche an die Fläche an. Für die Waldwirtschaft ist der Standort von Natur gegeben, sie kann nicht wie die Industrie den Standort wählen und wechseln. Somit ist es verständlich, wie schon Knorr (»Aus forstlicher Theorie und Praxis», 1879) hervorhebt, dass der Naturfaktor in der Waldwirtschaft mehr in den Vordergrund tritt. Dennoch wird gewöhnlich behauptet, dass der Holzvorrat ein »Kapital» sei im Gegensatz zum Waldboden. Als Beispiele seien die diesbezüglichen Auffassungen zweier tonangebenden Autoren angeführt.

Endres (»Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik», 1919, S. 8) bezeichnet den Holzvorrat als das wichtigste Kapital der Forstwirtschaft. Er sei zu den umlaufenden, aber lange Zeit in der Wirtschaft gebundenen Kapitalien zu rechnen. Statistisch betrachtet mache der Wert des Holzvorrates in grösseren, für den Nachhaltsbetrieb eingerichteten Waldkörpern ungefähr 80 % des Waldwertes aus. Deshalb sei die Forstwirtschaft sehr kapitalintensiv. Dieser wirtschaftliche Charakter sei um so ausgeprägter, je höher die Umtriebszeiten sind, weil mit der Höhe derselben auch der Holzvorrat zunehme. Die kapitalextensivste Form sei der Niederwald. Von den übrigen Bodenwirtschaften unterscheide sich die Forstwirtschaft auch dadurch, dass das fertige Produkt und das Vorratskapital aus demselben Stoffe, nämlich dem Holz bestehen. Diese Eigentümlichkeit habe zur Folge, dass der Waldbesitzer durch Steigerung der Holzpreise nicht bloss höhere Einnahmen beziehe, sondern dass er auch direkt reicher an Kapital werde. Hierdurch werde aber auch die Wirtschaft von selbst kapitalintensiver. Streng genommen könne hier aber nur die Wertzunahme in Betracht kommen, die auf die gesteigerte Nachfrage des Holzes zurückzuführen ist, nicht aber jene, die mit dem sinkenden Geldwert zusammenhängt. Von sonstigen Kapitalanlagen in der Forstwirtschaft seien die Holztransportanlagen (Wege, Waldeisenbahnen, Flösserei- und Triftanstalten, Holzlagerplätze) sowie die Gebäude (hauptsächlich Beamtenwohnungen, Arbeiterwohnungen, Unterkunftshütten) und Holzindustrieanlagen zu nennen. Die Werkzeuge, Geräte, Instrumente, Maschinen usw. spielen in der Waldgutswirtschaft keine grosse Rolle.

Lehr (»Forstpolitik», 1913, S. 115) betont, dass die lange Dauer der waldwirtschaftlichen Produktion die Erhaltung eines grossen Holzvorrates nötig macht. Die Frage der wirtschaftlichen Bedeutung

desselben und ob er bzw. seine Zinsen unter die Kosten zu rechnen seien, wird von ihm bejaht. Er hebt hervor, dass der Streit, ob der Vorrat ein fixes oder bewegliches, ein umlaufendes oder stehendes Kapital sei, ein fruchtloser ist, denn die Beantwortung der Frage hängt ja lediglich davon ab, wie man die Begriffe fix, beweglich, stehend, umlaufend auffasst. Hält man sich streng an die von Hermannsche Begriffsbestimmung, so ist beim aussetzenden Betrieb der Vorrat nichts anderes als das werdende Produkt; die für die Erzeugung desselben aufgewandte Summe wäre als bewegliches Kapital zu betrachten. Bei jährlichem Betriebe liegt die Sache ebenso, bei demselben haben wir nur werdende Erzeugnisse in verschiedenen Zuständen der Entwicklung nebeneinander. Rein summarisch betrachtet stellt sich uns der Vorrat beim idealen jährlichen Betriebe als eine ständige Grösse dar, welcher im Laufe des Jahres der am Schlusse desselben wegzunehmende Zins zuwächst. Sehen wir von den wirklichen Vorgängen ab und fassen wir nur die rechnungsmässige Summengleichheit ins Auge, so können wir den Vorrat als ein stehendes Kapital in dem Sinne bezeichnen, in welchem bereits Smith auch die Saatfrucht zum stehenden Kapital gerechnet hat. Jedenfalls stellt der Vorrat ein sehr gebundenes Kapital dar, das bei dem aussetzenden Betriebe lange Zeit hindurch überhaupt nicht oder durch Abtrieb nur mit Verlust verflüssigt werden kann. Übrigens ist es ziemlich gleichgültig, wie der Vorrat benannt wird; die Hauptsache ist, dass er in der Wirtschaft und den Wirtschaftsrechnungen richtig behandelt wird.

In dieser Darstellung bemerkt man erstens den grossen Gegensatz zwischen der wirtschaftlichen Natur des Waldbodens und der des Holzvorrats. Zweitens ist interessant, dass der Vorrat bald zu den umlaufenden, bald zu den stehenden Kapitalien gerechnet wird. Drittens wird in ihr auf die grundlegenden Auffassungen von Smith und von Hermann verwiesen. Unsere Untersuchung muss auf alle obenerwähnten Umstände Rücksicht nehmen, ohne welche es keine genügende Erklärung der wirtschaftlichen Natur der Wälder geben kann.

Anfänglich wurde bei der Betrachtung des Kapitals an eine dargeliehene Geldsumme gedacht, und diese Auffassung bürgerte sich auch in der merkantilistischen Literatur ein: die Hauptvertreter des Merkantilismus haben die dargeliehene Geldsumme im Auge, wenn sie das Wort Kapital anwenden[1]). Erst die Physiokraten lehrten, dass es

[1]) Richards 1928, S. 48: »The term capital appears to have been first used by English writers in connection with accountancy, and in one of the ear-

bei diesem Begriff auf bestimmte zu bezeichnende Güter ankomme. Turgot hat unzweideutig ausgesprochen, dass er unter Kapital nicht nur die verzinsliche Geldforderung, sondern jedes dem Erwerb dienende Vermögen verstehen will. Er steht auf dem Boden der Privatwirtschaftslehre und versteht unter Kapital diejenigen Vermögensobjekte, mit deren Hilfe der Einzelne ein Einkommen erwirbt. Wer immer durch den Ertrag seines Bodens oder als Lohn für seine Arbeit jährlich mehr einnimmt, als er ausgeben kann, muss diesen Überfluss zurücklegen und aufsammeln.

In ganz ähnlicher Weise, wie die Physiokraten das »Kapital» als einen Vorrat dauernder, tauschwerter Mobilien auffassen, vertritt auch der obenerwähnte deutsche Nationalökonom von Hermann (»Staatswirtschaftliche Untersuchungen», 1832, S. 57) die Meinung, dass alle Güter, welche eine dauernde Nutzung gewähren, die Tauschwert hat, Kapital sind. Auch will er in den Kapitalbegriff solche Güter einbeziehen, die nicht dem Erwerbe gewidmet werden, wenn sie nur dauernd Nutzung gewähren. Das Kapital zerfällt nach ihm:

»a) In Nutzkapital (Gebrauchsstamm), dessen Nutzung man unmittelbar geniesst; z. B. Wohnhäuser, Geräthe, Equipagen, Pretiosen, Kunstgegenstände, Bibliotheken. In den schnell verzehrbaren Gegenständen grenzt das Nutzkapital an den Verbrauchsvorrat. So in den Kleidern, wogegen es in Gebäuden, Metallgeschirren, Geschmeide höchst dauerbare Güter enthält;

b) in Erwerbkapital (Erwerbsstamm), dessen Nutzung man als Tauschgut zum Eintausch anderer Gegenstände von Wert verwendet, also in diesen dann unmittelbar geniesst.

Das Erwerbkapital seyn:

1. Leihkapital (Leihstamm) und zwar Darlehn, Mieth- und Pachtgut, wenn die Nutzung für sich allein an Andere verkauft wird; der Verkauf der Nutzung kann übrigens im Ganzen oder teilweise stattfinden. Letzteres z. B., wenn der Besuch eines Gartens oder Hauses gegen Eintrittsgeld jedem offensteht. Hierher gehören auch Brücken,

liest English treatises dealing with this subject, written by John Peele in Elizabethan times (1569), it is used as equivalent to »stock». Professor W. R. Scott tells us that the East India Company began in 1613 to call the sum invested by each shareholder in the company »capital». Thus in the business of this great commercial corporation, and other such Stuart corporations, it came to mean a sum of money, and this is still the usual popular meaning. — The term capital was thus in use in England long before it appeared in a treatise dealing with economics.»

Strassen, Eisenbahnen usw. gegen Erhebung eines Weggeldes, Anderen zur Benutzung überlassen.

2. Productivkapital (Werk- oder Fruchtstamm), wenn die Nutzung mittelbar in Gütern dargestellt und ausgeboten wird, die man nicht dem Kapital allein verdankt, und die theils körperliche Produkte, theils persönliche Leistungen seyn können.

Hier ist das Kapital:

aa) stehendes oder fixes, wenn bloss die Nutzung desselben in das Produkt übergeht, wie etwa bei einem Grundstück, einem Werkhaus, einer Maschine, einem Privilegium der Fall;

bb) umlaufendes oder circulierendes, wenn das Kapital selbst ins Product übergeht und beim Verkauf des Products in diesem mit feilgeboten wird, z. B. Werkstoffe, Arbeit, Unterhalt von Maschinen usw.»

Gegenüber dieser Auffassung des Kapitals bedeutet es einen Fortschritt, dass Smith[1]) klar und deutlich den Unterschied zwischen *Gebrauchsvermögen* und *Erwerbsvermögen* feststellte und dass er letzteres nur als Kapital bezeichnete. Allein Smith ist allerorts bemüht, die Privat- und die Volkswirtschaft auseinanderzuhalten, und demgemäss unterscheidet er scharf zwischen Kapital im Sinne der Privatwirtschaft und Kapital im Sinne der Volkswirtschaft.

Damit waren — durch Turgot einerseits, durch Smith und von Hermann anderseits — für den Kapitalbegriff zwei verschiedene Momente gewonnen: Erstens, dass unter Kapital nicht nur das Geld oder die verzinsliche Geldforderung zu verstehen sei, sondern die betreffenden Vermögensobjekte, die in irgendeiner Weise entweder dem Erwerb oder der Produktion neuer Güter dienen. Und zweitens, dass man zwischen Kapital im Sinne der Privatwirtschaft und Kapital im Sinne der Volkswirtschaft unterscheiden müsse.

Die folgenden deutschen Nationalökonomen waren bemüht, an dieser Grundlage festzuhalten. Zwei Schwierigkeiten ergaben sich für die damaligen Nationalökonomen aus der oben dargelegten Definition des Kapitalbegriffes. Die eine, welche uns nicht weiter interessiert, betraf das Geld, die zweite die Grundstücke. Definiert man nämlich das Kapital vom Standpunkt der Volkswirtschaft als dasjenige Vermögen, welches der Produktion neuer Güter dient (richtiger als Produktionsinstrument oder Produktionswerkzeug), so muss man zugeben, dass der Grund und Boden das wichtigste Produktions-

---

[1]) Richards 1928, S. 48: »Adam Smith states that a person's capital is not identical with his stock, and he defines capital as that part of a man's stock from which he expects to derive an income.»

werkzeug ist, dass daher die Grundstücke zu den Kapitalien zu rechnen sind. *Tatsächlich geht auch aus der an früherer Stelle mitgeteilten* T u r g o t*schen Kapitaldefinition hervor, dass* T u r g o t *die Grundstücke zu den Kapitalien gerechnet wissen wollte.* Der Anschauung T u r g o t s hat sich eine Reihe von Nationalökonomen angeschlossen, die Mehrzahl der deutschen Volkswirte hingegen, und mit ihnen die Forstwissenschaftler, glaubten, *gestützt auf die* R i c a r d o*sche Grundrententheorie, die Grundstücke und damit auch den Waldboden aus der Reihe der Kapitalien streichen und ihren Ertrag unter die besondere Rubrik »Bodenrente» subsumieren zu sollen.* Diese Auffassung ist für die Forstwissenschaft von Belang, weil sie in der sog. Bodenreinertragstheorie noch heute teilweise vertreten wird.

Für R i c a r d o (»Principles of Political Economy and Taxation», 1821), der Bankier war, stand es begreiflicherweise von vornherein als ein Axiom fest, dass das Geld das eigentliche Kapital sei. Und da er ferner sah, dass die verschiedenen Wertpapiere so ziemlich den gleichen wirtschaftlichen Ertrag abwarfen, war es für ihn nur verständlich, dass der Kapitalzins in allen Fällen der gleiche war und dass der »landesübliche Zinsfuss» die Kapitalrente repräsentierte. Anderseits merkte er bald, dass die Grundstücke je nach ihrer natürlichen Fruchtbarkeit oder je nach ihrer Lage einen sehr ungleichen Ertrag abwarfen, und dieser Umstand schien ihm so schwerwiegend, dass er die Grundstücke (»den Grund und Boden») den Kapitalien und ihr Ertrægnis, die Bodenrente, dem Kapitalzins gegenüberstellen zu müssen glaubte. Diese Auffassung wurde, wie schon oben bemerkt, in Deutschland die herrschende, und es ist nicht zu tadeln, dass die damaligen Forstmänner diese Lehre als das letzte Wort der nationalökonomischen Forschung akzeptierten. Übrigens glaubten sie auf diese Weise eine Rentabilitätslehre begründen zu können, denn der Holzvorrat des Waldes wurde zu den umlaufenden Kapitalien und sein Zins zu den Wirtschaftskosten gerechnet. Diese Auffassung hielt noch immer an dem Gedanken fest, dass unter Kapital doch nur das Geld zu verstehen sei und dass der landesübliche Zinsfuss in allen Fällen das Erträgnis des Kapitals repräsentiere.

Zu dieser Autorität R i c a r d o s kam ein weiterer Umstand, der für die Gegenüberstellung der Kapitalien und der Grundstücke zu sprechen schien. Es war dies die Lehre von den drei Produktionsfaktoren. Soll ein neues Gut produziert werden, so ist hierzu das Zusammenwirken dreier Faktoren notwendig: *Die Natur* (ein Grundstück) liefert den Stoff, die menschliche *Arbeit* formt den Stoff, und ein

Werkzeug (das Kapital) muss vorhanden sein, welches die menschliche Hand unterstützt. Da aber das Werkzeug selbst vom Menschen angefertigt werden musste, gewöhnte man sich, das Kapital als ein produziertes Produktionsmittel zu definieren. Ist aber das Kapital ein Produkt, so ist es eben kein Grundstück, es müssen also die Grundstücke den Kapitalien gegenübergestellt, es muss das Erträgnis des Grundstücks in die besondere Rubrik »Grundrente» eingereiht werden. Seitens der auch heute noch gangbaren Lehre, dass ein Grundstück nicht Kapital sei, wird besonders hervorgehoben, dass der Boden einen Monopolcharakter habe, weil er nur in beschränkter räumlicher Ausdehnung vorhanden ist und nicht vermehrt werden kann, und zweitens dass das Grundstück räumlich gebunden, unbeweglich und nicht übertragbar sei (vgl. Endres »Handbuch der Forstpolitik», S. 38—39). Doch erklärt Endres auch: »Privatwirtschaftlich und als Erwerbsmittel für den Besitzer stellt natürlich auch der forstliche Boden einen Kapitalwert mit Tauschwerteigenschaft dar», als ob die Waldwirtschaft nicht immer eine Erwerbswirtschaft wäre.

Dieser Streit in der Forstwissenschaft, ob die Grundstücke zu den Kapitalien zu zählen oder ihnen gegenüberzustellen seien, wie er bis dahin geführt wurde, war nach von Kleinwächter (»Lehrbuch der theoretischen Nationalökonomie», S. 170) nur ein Streit um leere Schulbegriffe. Dass es sich hierbei aber um den uralten Gegensatz von ländlichem Grundbesitz und städtischem Vermögen, von Land- und Waldwirtschaft einerseits und Handel und Industrie anderseits handelte, blieb unerkannt, vgl. Johnson, »Rent in Modern Economic Theory», 1902, Kapitel II, und T. N. Carver, »Principles of Rural Economics», 1911. Erst wenn man davon ausgeht, dass Grundbesitz und Kapitalbesitz den Gegensatz von Land und Stadt, von Land- und Waldwirtschaft einerseits und Industrie und Handel anderseits repräsentieren, treten neue Gesichtspunkte hervor. Sie wurden aber erst im letzten Drittel des vorigen Jahrhunderts von den sozialistischen Verfassern, besonders von Rodbertus erkannt, bis dahin kam man über den öden Schulstreit nicht hinaus, vgl. Rodbertus-Jagetzow, »Das Kapital. Vierter sozialer Brief an v. Kirchmann», 1884, S. 313, und Marx, »Lohnarbeit und Kapital», 1891. Der heutige Stand der Wissenschaft betreffs der Kapitalfrage lässt sich um zwei verschiedene Auffassungen gruppieren.

A. Die erste Auffassung wird von Rodbertus, Marx, Stammler, Jacoby, Kleinwächter, Seligmann, Diehl usw. vertreten. »Kapital» ist bewegliches Erwerbsvermögen.

Indem sie das Kapital als einen Teil des Vermögens bezeichnen, wollen sie es von den sog. produzierten Produktionsmitteln trennen. Diese produzierten Produktionsmittel stellen eine rein technisch-natürliche Kategorie dar. Es sind lediglich bestimmte technische Hilfsmittel der Produktion, die sich von den natürlichen Produktionsmitteln dadurch unterscheiden, dass sie von Menschen produziert sind. Das Kapital ist dagegen eine sozialrechtliche Kategorie. Die Voraussetzung dafür, dass wir überhaupt von Kapital sprechen, ist die rechtliche Kategorie des Privatbesitzes. Vermögen ist der Inbegriff der Güter, die einer Person zur freien Verfügung stehen. Dieses Vermögen ist zweierlei Art. Es ist entweder Verbrauchsvermögen oder Erwerbsvermögen. Das Erwerbsvermögen einer Person ist der Teil des Vermögens, der nicht dem unmittelbaren Gebrauch oder Verbrauch dient, sondern werbend irgendwie dazu benutzt wird, neue Güter zu schaffen oder zu erwerben. Dieses Erwerbsvermögen zerfällt in zwei Teile, in das Grundvermögen (Grund und Boden) und in das bewegliche Erwerbsvermögen (Kapital).

Es ist für den Begriff des Kapitals wesentlich, dass es seine Entstehung irgendwie der Arbeit oder Tätigkeit verdanken muss, während das Grundvermögen, der nackte Grund und Boden, ein Stück der Natur ist, von Menschen niemals erarbeitet wurde. Die Bildung des Kapitals geht immer auf Arbeit zurück. Aus dem Wesen des Kapitals geht auch hervor, dass nicht nur Arbeit zur Bildung des Kapitals notwendig ist, sondern auch die Enthaltung vom sofortigen Genusse der betreffenden Güter. Wer das Produkt seiner Arbeit dem unmittelbaren Genusse und Verzehren widmet, kann niemals zu Kapital gelangen. Nur wenn man Arbeit leistet und das Arbeitsprodukt nicht unmittelbar verbraucht, sondern der Produktion bzw. dem Erwerbe neuer Güter widmet, kann Kapital gebildet werden.

Wenn man den Grund und Boden aus dem Kapitalbegriff ausscheidet, sind dafür noch weitere Gründe massgebend. Im Gegensatz zum Kapitalvermögen ist das Grundvermögen nicht nur nicht erarbeitet, es ist auch unbeweglich und unvermehrbar. *Das Grundvermögen hat als Vermögenskategorie so wesentlich unterscheidende Merkmale gegenüber dem beweglichen Erwerbsvermögen, dass es zweckmässig erscheinen muss, von vorherein beide Begriffe zu trennen.* Dies erscheint auch notwendig, weil beide Vermögensarten die Quelle verschiedener Einkommensarten sind. Das Einkommen, das dem Grund und Boden selbst zu verdanken ist, heisst Grundrente; das Einkommen, das aus dem Kapital gewonnen wird, heisst Kapitalzins. Über den Unter-

schied in anderer Hinsicht vergleiche Rodbertus-Jagetzow, »Zur Erklärung und Abhilfe der heutigen Kreditnot des Grundbesitzes». I. Die Ursache der Not, 1868. II. Zur Abhilfe, 1869.

Diese Auffassung ist von eminenter Bedeutung, denn sie erklärt uns *die Grundverschiedenheiten der kapitalistischen und landgutswirtschaftlichen Produktionsweise.* Es muss von Grund aus als ein Irrtum bezeichnet werden, wenn man die Waldwirtschaft als eine »kapitalistische» Produktionsweise auffasst. Gerade der in der Landwirtschaft so bedeutende Naturfaktor, der z. B. den Zuwachs der Wälder bestimmt, beweist, dass wir es hier mit einen Naturprozess zu tun haben, denn der Zuwachs der Bäume folgt nicht den Regeln der maschinellen und kapitalistischen Produktion in den Fabriken. In beiden kann man eine finanzielle und eine betriebswirtschaftliche Rentabilität unterscheiden, doch in der Landgutswirtschaft gründet sich die Wirtschaftlichkeit auf die Intensität der Produktion auf bestimmter Fläche, in der kapitalistischen Produktion dagegen auf das gesamte werbende Kapital. *Beide Wirtschaftsformen, die gutswirtschaftliche und die kapitalistische sind also Dinge sui generis, und beide haben ihre besondere Wirtschaftstheorie.*[1])

B. Die andere Auffassung wird z. B. von Menger, van der Borght und Liefmann vertreten. Sie behaupten, dass zum Wesen des Kapitals die Berechnung in Geldform gehöre und dass das Kapital eine werbende Geldsumme sei. Die Betrachtung von Vermögen und Vermögensbestandteilen unter dem Gesichtspunkt rechnungsmässig sich darstellender Geldbeträge sei dort, wo es nicht auf die technische Natur der Vermögensobjekte, sondern auf ihre relative Bedeutung für die Wirtschaft der betreffenden Besitzer ankomme, regelmässig sogar die massgebende und die vom Standpunkt der ökonomischen Betrachtung wesentliche. Menger kommt dann zur folgenden Definition: »Der Realbegriff des Kapitals umfasst das Vermögen der Erwerbswirtschaft, welcher technischer Natur dasselbe an sich auch sein mag, insofern sein Geldwert Gegenstand unseres ökonomischen Kalküls ist, d. i. wenn dasselbe sich uns rechnungsmässig als eine werbende Geldsumme darstellt. Unter Kapital werden im gemeinen Leben effektive, oder durch der Erwerbswirtschaft gewidmetes Vermögen jeder anderen Art dargestellte (in diesem Sinne der Einkommensbil-

[1]) Dieser Richtung schliesst sich auch von Wieser 1914 an, indem er in seiner Wirtschaftstheorie spezifische Produktivmittel (die Landgüter) in Gegensatz zu den Kostengütern stellt. Näher ist seine Lehre gewürdigt vom Verfasser: (1929): »Beitrag zur Kenntnis des Wesens der Waldwirtschaft» in der Cajander-Festschrift.

dung gewidmete) Geldbeträge verstanden», vgl. Menger, »Zur Theorie des Kapitals», 1888, S. 40. Auch van der Borght (»Ein Vorschlag zur Lehre von den Produktionsfaktoren», Natur und Kapital, 1903) will den Kapitalbegriff auf Geld und geldwerte Gegenstände und Rechte, also auf Geldkapital beschränken.

In viel umfassender Weise hat dann Liefmann, dessen Lehren in die Forstwissenschaft speziell schon durch die Arbeit von Spiegel von und zu Peckelsheim (»Praktische Waldwertrechnung auf wirtschaftstheoretischer Grundlage», 1926) eingeführt worden sind, sich mit dem Kapitalbegriff befasst. Liefmanns grosse Bedeutung liegt nicht auf dem umfassenden Gebiet der Nationalökonomie, vielmehr dient seine grosse zweibändige Arbeit als Grundlage der allgemeinen Wirtschaftstheorien und der Betriebswirtschaftslehre. So brauchbar seine Lehren auch für die Betriebswirtschaftslehre sind, so beschränkt sind seine Gesamtdarstellungen als Basis einer einheitlichen theoretischen Nationalökonomie. Darum tut man Liefmann recht, wenn man seine Lehren auf die Betriebstheorien anwendet. Es muss zugestanden werden, dass seine Darstellungen als Grundlage aller Wirtschaftlichkeits- und Rentabilitätskalküle von besonderem Wert sind, und kaum jemand hat vor ihm das Prinzip der Wirtschaftlichkeit mit solcher Tiefe und Gründlichkeit behandelt. Er nennt das Kapital Kostengüter und behauptet, das Kapital sei die zur Feststellung eines Geldertrags dienende Geldrechnungsform dauerhafter Kostengüter und des Geldes als solchen (vgl. seine »Grundsätze der Volkswirtschaftslehre», I. B., 1917, S. 564—567).

Wenn auch zugegeben werden muss, dass wirtschaftliche Rentabilität, die durch die Geldrechnungsform des Kapitals kontrolliert werden kann, als Grundlage der kapitalistischen Erwerbswirtschaft dienen muss, so muss doch die Leugnung der Unterschiede in der landgutswirtschaftlichen und der kapitalistischen Produktionsweise bestimmt zurückgewiesen werden. Doch besteht kein prinzipieller Gegensatz zwischen den beiden Auffassungen, sie ergänzen einander, und die erste ist als die bessere vorzuziehen.[1])

[1]) Dies ist um so klarer, wenn man beachtet, dass auch Liefmann zugibt, dass nicht alles »Kapital» eine Geldrechnungsform der Anlagekosten sei. So behauptet er, dass es auch im Gegensatz zu den» Kostengütern» spezielle »Ertragsgüter», vor allem die Wälder, gibt. Damit sind wir aber wieder bei der obigen ersten Richtung angelangt. Eine vermittelnde Stellung nimmt neuerdings Pazourek 1929 ein. In der Waldbetriebslehre deckt sich diese Auffassung mit Chapmans Darstellung vom gesamten Waldvermögen als »investment».

Sehr bemerkenswert sind in dieser Hinsicht die Ausführungen von Seligman in seinen »Principles of Economics», 1923, S. 306—307. Er schreibt: »While the differences between land and other things that constitute capital are thus differences in degree rather than in kind, it remains none the less true that land may useful be put into a separate category. This is due to the fact that an increased supply of other things in general involves a duplication of the thing itself, while the increased supply of land involves a difference in location or fertility. To call this the law of diminishing return is in sense inexact, since the law of diminishing returns is applicable to everything that possesses value. The law of diminishing returns, however, has peculiar consequences when applied to land. While land thus is a part of capital from the point of view of the laws which explain the nature of rental value in general, and the relation of rental to capital value, land is usefully contrasted with capital, if we compare changes in land rents and values with changes in the great mass of other things, the increased production and accumulation of which constitute progress. Because of the social significance of such relative changes, it is legitimate to put land into a separate category».

Die meisten Forstwissenschaftler stimmen durchaus darin überein, dass der Waldboden nicht zu den Kapitalien gehört und vom »Naturfaktor» beherrscht wird. Aber gleich einig sind sie darin gewesen, dass der Holzvorrat des Waldes Kapital sei und dass man damit schon in den Bereich des produzierten Produktionsmittels gekommen ist[1].) Wenn der Forstwissenschaftler über den Holzvorrat spricht, handelt er über ein Ding, das meist dem Geldkapital gleich ist. Der Holzvorrat wird bald zu dem stehenden, bald zu dem umlaufenden Kapital gezählt (vgl. z. B. die obenzitierten Ausführungen von Endres und Lehr), zuweilen wird er ausserdem als »werdendes Produkt» betrachtet. Es wird nicht so sehr an den technischen Unterschied zwischen dem Waldboden und dem Holzvorrat gedacht als an die Wesensverschiedenheit zwischen dem Waldboden einerseits und dem Holzvorrats- und Geldkapital anderseits. Weil wir schon im vorigen Abschnitt den grossen Unterschied zwischen der gutswirtschaftlichen

[1]) Sehr bezeichnend schreibt z. B. Jonson 1917, S. 340: »Sedan avsättningsmöjligheter öppnats, kan därför urskogens virkesförråd anses upphöra med sin ursprungliga egenskap av *naturtillgång* samt övergå till *kapital*, som lätt är omförbart från skogskapital till annan produktiv verksamhet eller eventuellt till konsumtionskapital. *I ännu klarare form äro våra genom kultur uppdragna ungskogar att betrakta som kapital, alldenstund de tillkommit genom sina kapitaluppoffringar och mänskligt arbete*» (vom Verfasser kursiviert).

und der kapitalistischen Produktionsweise entwickelt haben, müssen wir behaupten, dass die ganze Frage über die wirtschaftliche Natur der Holzvorräte in den Bereich der Ökonomik der Bodenkultur, nicht in den der kapitalistischen Unternehmungen gehört und entsprechend auch in der allgemeinen Betriebslehre der Gutswirtschaften (Landwirtschaft und Waldwirtschaft) behandelt wird. Da z. B. die landwirtschaftliche Betriebslehre gut entwickelt ist, kann man glauben, dass die Lösung des Problems im Einklang mit dieser Forschung stehen muss. Es muss die waldwirtschaftliche Kulturart, dann die waldwirtschaftlichen Betriebsmittel untersucht werden. Erst wenn diese grundlegenden Probleme gelöst sind, kann man mit besserem Erfolg zur Lösung des fraglichen Problems schreiten.

Die ganze Lehre vom stehenden und umlaufenden Kapital ist keine ganz zeitgemässe und gehört mehr der Nationalökonomie als der Theorie des Waldbetriebs an. Sie ist ein Nachlass aus den Zeiten, wo eine Betriebswirtschaftslehre noch nicht ausgebildet war und die theoretische Nationalökonomie sich bemühte, ihre Lehren auf das wirkliche Leben anzuwenden. Was eigentlich mit stehendem und umlaufendem Kapital gemeint sein soll, ist nicht ganz einwandfrei festzustellen. Dies betrifft besonders die Darstellung von Smith, welche schon früher nach Lehr zitiert wurde. So behauptet Smith, der Unterschied liege »on the question whether the goods yield a profit without changing masters or not». Er steht hier auf rein privatwirtschaftlichem Standpunkt, legt den Nachdruck auf das Wort »umlaufend» (gleich: »den Eigentümer wechselnd») und nennt stehendes Kapital dasjenige, welches nur dann einen Gewinn abwirft, wenn der Eigentümer fortfährt, es zu benutzen; umlaufendes dasjenige, welches (wie das Warenlager des Kaufmanns) erst dann einen Gewinn liefert, wenn der Eigentümer es mit Gewinn veräussert. Diese Auffassung wird von den neueren Nationalökonomen nicht gebilligt. Schon Ricardo hebt hervor, der Unterschied liege in dem Verhalten, »wether they are of slow consumption or require to be frequently reproduced», aber er bemerkt selbst: »this is a division not essential, and in which the line of demarcation cannot be accurately drawn» (Smith und Ricardo zitiert nach Marshall, »Principles», 1925, S. 75). Die heute gangbare Lehre, die sich mehr auf den Standpunkt der Volkswirtschaftslehre stellt, legt Gewicht auf den Umstand, ob das betreffende Gut bei der Produktion seine Gestalt ändert oder nicht, und nennt umlaufendes Kapital dasjenige, das bei der Produktion seine Gestalt ändert und daher nur einmal bei

der Produktion einwirken kann. Diese Auffassung wurde von J. St. Mill in die Wissenschaft eingeführt, wenn er umlaufendes Kapital »which fulfils the whole of its office in the production in which it is engaged, by a single use» und stehendes Kapital »which exists in a durable shape and the return to which is spread over a period of corresponding duration» umschrieb. Marshall bemerkt hierzu, dass »Mill's modification is generally accepted by modern economists» (op. c.).

Nach den Nationalökonomen hat diese Unterscheidung ihre Bedeutung insofern, als bei der Berechnung der Bilanz beide Kapitalposten verschieden in Rechnung gestellt werden müssen. Nach Diehl werden die umlaufenden Kapitalien ihrem vollen Betrag nach zu den Produktions- und Unternehmungskosten gerechnet und müssen bei der Reinertragsermittelung in vollem Betrage vom Rohertrag abgezogen werden. Die sogenannten stehenden oder fixen Kapitalien dagegen, die im Laufe vieler Jahre aufgebraucht werden, werden bei der Aufstellung der Bilanz nur mit einer sog. Amortisationsquote oder Abnutzungsquote in Rechnung gestellt (vgl. Diehl, »Theoretische Nationalökonomie» II, 1924, S. 277). Auch dieser Hinweis auf den Unterschied zwischen beiden Kapitalien pointiert den Unterschied zwischen Landgütern und Kostengütern in den Bilanzen der Handels- und Industrieunternehmungen.

Schon früher wurde bemerkt, dass das ganze Waldvermögen, das im Betriebe gebunden ist, als Produktivmittel aufzufassen sei. Mit dieser Tatsache haben sich jedoch gar viele Forstwissenschaftler nicht begnügt, und darum entstand in Anlehnung an Ricardos Kapitalbegriff die Lehre vom stehenden und umlaufenden Kapital in der Waldwirtschaft. Der Zusammenhang dieser Einteilung mit dem Kostenbegriff ist einleuchtend. So sagt z. B. Endres, »Lehrbuch der Waldwertrechnung», 1923, S. 6: »Jedes der genannten Produktionsmittel hat einen gewissen wirtschaftlichen Wert. Die Mitwirkung derselben bei der Erzeugung von Holz oder anderen Waldprodukten erscheint als Produktions- oder Kostenaufwand, den das fertige Produkt dem Waldbesitzer zurückvergüten muss». Somit musste der waldwirtschaftliche Reinertrag nach der Vergütung dieser »mitwirkenden» Produktionsfaktoren zurückbleiben. Die bekannte Bodenreinertragslehre zieht vom Rohertrag den Arbeitslohn und den mit einem gutachtlichen Zinsfuss ermittelten »Kapitalzins» des Holzvorrates ab; der Rest bildet die Bodenrente oder den Bodenreinertrag.

Diese Auffassung ist im allgemeinen nicht als richtig anerkannt

worden, manche hervorragende Waldwirte und Forstwissenschaftler rechnen nach den auch hier entwickelten Prinzipien auch den Boden mit seinem Wert als Produktivmittel. Sehr anschaulich berichtet hierüber W e b e r in seinem »Lehrbuch der Forsteinrichtung», 1893, S. 23, wie folgt: »In diesen Zahlen sind zwar die Einnahmen des Jahres sämtlich enthalten, aber in den Ausgaben muss man sich die Verzinsung der fixen Kapitalien, namentlich des Waldbodenwerthes und der stehenden Holzvorräte, die ja gleichfalls einen Werth darstellen, hinzudenken, wenn man einen Ausdruck für die wirkliche Rentabilität einer Forstwirtschaft erhalten will. Für die Staatskasse sind letztere allerdings keine effektive Ausgaben, aber sie müssen als ein versteckter Produktionsaufwand im budgetmässigen Nettoertrag enthalten gedacht werden». Seite 24 schreibt er weiter: »Hierzu kommt noch, dass die Forstrechnungen ja nur ein verhältnismässig kleiner Teil der Staatshaushalts-Rechnung sind und sich den allgemeinen Normen dieser unterzuordnen haben: im Budget spielen aber nur die baaren jährlichen Einnahmen und Ausgaben eine Rolle, gegenüber welcher die Bedeutung der fingierten Holzkapitalzinsen und der Waldbodenwerthe sehr zurücktritt und mehr den Charakter sogenannter »akademischer Erörterungen» annimmt.»

Ganz wie W e b e r nennt auch M a r t i n, »Forstliche Statik», S. 172, sowohl das Kapital wie den Boden Bestandteile der Produktionskosten, wenn man ihn auch als einen typischen Eklektiker bezeichnen kann. In dieser Hinsicht ist er auch nicht ganz folgerichtig, denn wenn der Boden zu den Kostenkapitalien gerechnet wird, dann hat es ja keinen Sinn, die Bodenrente als Reinertrag zu bezeichnen, und darum wurde eben der waldwirtschaftliche Unternehmergewinn eingeführt. Die älteren Autoren zitieren oft R o s c h e r, »Grundlagen der Nationalökonomik», 9. Auflage, S. 106, wo er meint: »In volkswirtschaftlichem Sinne gehören zu den Produktionskosten bloss die für die Produktion erforderlichen Kapitalverwendungen, welche das verwandte Kapital aus dem Volksvermögen zunächst verschwinden lassen . . . Den Boden hat das Volk als ganzes offenbar unentgeltlich . . Der Arbeitslohn, von welchem die grösste Mehrzahl des Volkes lebt, lässt sich unmöglich als blosses Mittel zum Zweck einer wirtschaftlichen Produktion betrachten.» Diese Auffassung ist aus den früher entwickelten Gründen abzulehnen, und mit ihr fällt die Bodenrententheorie, wenn auch nicht die Rentabilitätsgesichtspunkte. Der Boden steht dem Waldbesitzer nicht unentgeltlich zu Diensten, er muss gekauft oder rentabel gemacht werden. Man darf nicht volkswirt-

schaftliche und privatwirtschaftliche Gesichtspunkte zusammenwerfen. Es wäre somit die Bodenverzinsung mit in Rechnung zu ziehen. Diese Schwierigkeit wird von Martin, »Die Forsteinrichtung», S. 158, auf folgende Weise umgangen: »Der Boden ist der festeste, am wenigsten veränderliche Bestandteil des Waldkapitals. Für die Bemessung seiner Rente gilt der allgemeine volkswirtschaftliche Grundsatz, dass für die festesten Kapitalteile, die in einem Betrieb tätig sind, die Höhe der Rente dadurch bemessen wird, dass die Renten der beweglicheren Bestandteile des Betriebskapitals zu einem entsprechenden Zinsfuss in Rechnung gestellt und vom Gesamtertrag abgezogen werden. Dieser Grundsatz führt zu der Forderung, dass der Vorrat mit der Forderung der Verzinsung belastet wird. Hierin liegt das für die Wirtschaft des grössten Bodenreinertrags und die ihr entsprechende Umtriebszeit einflussreichste Merkmal. Die Bestimmung des auf den Boden fallenden Reinertrags kann entweder so geschehen, dass man von einem Boden ausgeht, der noch nicht mit Holz bestanden ist, und die Erträge, die von ihm zu erwarten sind, auf die Gegenwart diskontiert, oder so, dass man einen normalen Wald mit jährlicher Altersabstufung zugrunde legt und hier die Zinsen des Vorrats vom Reinertrag des Waldes in Abzug bringt. Jenes Verfahren entspricht dem aussetzenden — dies dem jährlichen Betrieb».[1])

Es ist sehr wahrscheinlich, weil von unseren besten Wäldern in Finnland die Hälfte privater Bauernbesitz ist, dass die Einträglichkeit der Waldwirtschaft analog der Rentabilität landwirtschaftlicher Güter bestimmt wird. Auch in der Waldwirtschaft, wie in der Landwirtschaft in Grossbetrieben, *ist das mit Hilfe des Gutes im Laufe einer bestimmten Zeitspanne verdiente Geld, d. h. die Geldüberschüsse, das Wesentliche.* So sagt z. B. Aereboe in seiner »Allgemeinen landwirtschaftlichen Betriebslehre», 1919, S. 643: »Der Geldwert der dem Privathaushalte des Landwirtes vom Landgute gelieferten Naturalien und Nutzungen sowie das mit Hilfe des Landguts verdiente Geld stellen zugleich den ganzen Reinertrag des Betriebes vor. Fraglich kann nur scheinen, was man unter verdientem Gelde, unter Geldüberschüssen, zu verstehen hat. Es kommt dabei vornehmlich auf die Zeit an, für welche der Reinertrag ermittelt werden soll. In der Regel geschieht das immer für ein Wirtschaftsjahr, so dass dann auch

[1]) Diese Beweisführung Martins ist reinste Dialektik und kann kaum mit der Betriebswirtschaftslehre in Einklang gebracht werden. Es muss aber auch zugestanden werden, dass die Bodenreinerträgler die Verzinsung des Bodenkapitals bei dem Weiserprozent oder dem Wirtschaftserfolg berücksichtigen. Die Ziele aber werden anders definiert.

die in dieser Zeit erzielten Geldüberschüsse ermittelt werden müssen. Dieselben ergeben sich aber nicht immer ohne weiteres durch Abzug der baaren Wirtschaftsausgaben von den baaren Wirtschaftseinnahmen der zugrunde gelegten Rechnungszeit. Einmal müssen zunächst aus den baaren Einnahmen alle diejenigen ausgeschieden werden, die gar nichts mit dem landwirtschaftlichen Betriebe zu tun haben, wie z. B. Zinsen privater Geldkapitalien und Nebenverdienste des Landwirtes, die er als Hageltaxator, Amtsvorsteher usw. bezogen hat. Auch Einnahmen für Grundstücksverkäufe oder Zuschüsse des Besitzers zur Wirtschaftskasse haben mit dem Ertrage des Landgutes nichts zu tun. Erstere sind der Erlös für den Verkauf eines Teils der Ertragsquelle, gehören geradeso wie die letztgenannten Zuschüsse zum Vermögensstock. Zu den Wirtschaftskosten eines Rechnungsjahres gehören immer nur alle diejenigen Ausgaben, welche zur Unterhaltung aller Inventarbestände erforderlich waren, nicht aber Ausgaben, welche zur Vergrösserung des Kapitalstockes, zur Erweiterung der Ertragsquelle dienten. Die Wertschwankungen einer Ertragsquelle haben mit dem Ertrage nur soweit etwas zu tun, wie sie durch unterlassene Unterhaltunsausgaben oder durch Ausgaben für Erweiterung dieser Ertragsquelle verursacht wurden. Im übrigen betreffen sie nur das Vermögen. Damit ist das Wichtigste über das Wesen des Reinertrags und dessen Feststellung gesagt. Nicht minder wichtig ist dann die Frage nach dem Einkommen, welches der Landwirt bezieht, und nach dem Gewinn, welchen das im Betriebe von ihm aufgewendete Kapital gebracht hat. Der Reinertrag wird aufgeteilt in einen Teil, welchen der Staat in Form von Steuern für sich in Anspruch nimmt, einen zweiten Teil, welchen der Landwirt seinen Hypotheken- und sonstigen Gläubigern zahlen muss, und einen dritten Teil, welcher dem Landwirte selbst verbleibt. Dieser dritte Teil stellt »*sein Einkommen aus Grundvermögen*» vor und umfasst die Zinsen des vom Landwirte in das Gut gesteckten oder ihm durch Erbgang zugefallenen Kapitals. Da der ganze Reinertrag in den einzelnen Jahren schon infolge wechselnder Witterungen starken Schwankungen unterliegt, Staat und Gläubiger aber einen ziemlich gleichbleibenden Anteil desselben beanspruchen, so äussern sich die ganzen Reinertragsschwankungen fast ausschliesslich *bei dem auf den Landwirt entfallenden Anteil des Reinertrags, beim Einkommen des Landwirtes aus dem Grundvermögen.* Das bedeutet aber, dass die Verzinsung des eigenen, im Betriebe steckenden Kapitals des Landwirtes den gleichen Schwankungen unterliegt. Will der Landwirt den wirklich erzielten Unternehmergewinn berechnen,

so muss er sich seinen Erbteil ein für allemal festzustellen suchen, dazu dann hinzurechnen, was er etwa für Grundverbesserungen und sonstige Betriebserweiterungen verausgabt hat. Das allein stellt seinen im Gute steckenden Kapitalstock vor. Mit diesem hat er dann das mit Hilfe des Gutes im Durchschnitt der Jahre verdiente Geld und den Geldwert des privaten Haushaltsverbrauches in Vergleich zu stellen.»

Diese für die Landgutswirtschaft grundlegende Darstellung Aereboes zeigt in hervorragender Weise den Standpunkt der neueren landwirtschaftlichen Betriebstheorie in der Kapitalfrage. Die Rentabilität wird für die Gesamteinlage berechnet, nicht für einzelne Vermögensobjekte der Bilanz. So schreibt Aereboe 1919, S. 109, wie folgt: »Ich habe nur immer gesehen, dass man im Leben zunächst fragt, was man an einzelnen Inventarbeständen und an Vorräten im Betriebe benötigt, und dann die zweite Frage zu beantworten sucht, woher man das hierfür erforderliche Geld nimmt. Stellt man erst eine Summe von barem Geld und von Vorratswerten auf die eine Seite und dann den Rest des Landgutes auf die andere Seite, um erörtern zu können, was man im Betriebe braucht, so hat man sich alle Möglichkeiten klarer Erkenntnis von vornherein verbaut.» Dann auf Seite 110: »Als Betriebskapital dürfen in der Landwirtschaft niemals Teile des Landguts selbst verstanden werden, sondern immer nur Mittel, welche der Landwirt ausser dem Landgute besitzt, und mit deren Hilfe er sein Landgut vervollständigen oder erweitern kann.» Auf Seite 111 sagt er schliesslich: »*Das ist aber etwas ganz anderes, als was die Verfechter des alten Begriffs des umlaufenden Betriebskapitals reden. Ich kenne nur Geld als Betriebskapital.*[1]) Vorräte sind nicht selbst solches, sondern ein Mittel, um Betriebskapital zu schaffen, und zwar umfassen sie diejenigen Teile der Landgutswirtschaft, welche sich am leichtesten in Geldmittel umsetzen lassen. Vorräte, soweit sie aus dem Betriebe stammen, sind in der Landwirtschaft Ernteerzeugnisse, die regelmässig verkauft oder in verkäufliche Erzeugnisse umgewandelt werden und dann in Form von Geld als Betriebskapital zu dienen haben.»

Was hier von den Landgutswirtschaften im allgemeinen gesagt ist, betrifft natürlich auch die Waldbetrieb, die doch zum bedeutenden Teil mit landwirtschaftlichen Gutsbetrieben vereinigt ist. Es sind in der alten Landwirtschaftslehre auch unklare Begriffe über »stehendes und umlaufendes» Kapital in Umlauf gewesen, diese Lehren

[1]) Kursiv. vom Verfasser.

sind aber nunmehr veraltet, nachdem die neuere Forschung die Notwendigkeit gebundener Inventarbestände in einer nachhaltigen Wirtschaft nachgewiesen hat. Es ist somit die alte Frage über die wirtschaftliche Natur der Wälder und ihrer Holzvorräte so zu beantworten, *dass das gesamte Waldvermögen ein einheitliches »spezifisches Produktivmittel» als spezifische Einlage darstellt, dass aber technisch gesehen der Wald als Ganzes als sog. Naturfaktor zu bezeichnen ist und dass die Holzvorräte als notwendige Inventarbestände, nicht als Betriebskapital zu deuten sind und in bezug auf die Rentabilität ein Teil des gesamten Waldvermögens sind.* Diese Auffassung stimmt gut mit denen hervorragender Nationalökonomen wie Taussigs und Seligmans überein. Jener sagt (Taussig, Principles of economics, II, 1924, S. 125): »Pursuing this train of thought further, we might say with professor A. S. Johnson, Introduction to Economics, p. 107, that capital is of two kinds — artificial capital and natural capital. Natural capital is that, which has been classed under the general head of »land» or »natural agents», artificial capital includes all instruments made by man», und weiter auf derselben Seite: »The distinction sought to be drawn by economists between interest, rent and monopoly gains finds no response in the world of affairs». Nach Taussig ist also das Waldkapital zum Naturkapital zu rechnen, und damit hat er wohl das Wesentliche für die Waldwirtschaftstheorie gesagt. So auch Seligman, »Principles of economics», 1923, S. 319: »By agricultural capital, strictly speaking, is meant something different from land or landed capital. Agricultural capital is not land, but the things applied to the land; land or landed capital is the ground itself. When we speak of a man putting his capital into land, we mean that he invests it in a piece of land; when we say that he applies capital to land, we mean that he spends money on better farming tools or machines, manures, drains or beasts of burden. In the former case we would have land or landed capital; in the latter we have agricultural capital. The distinction, however, is frequently not observed.»

Diese Auffassung stimmt eng mit der vorigen überein, und wären die Forstwissenschaftler gleich bewandert in der Wirtschaftswissenschaft wie in Mathematik und Kalkulation gewesen, so hätten wohl die Missverständnisse, von welchen auch der Bilanzgelehrte Schmalenbach spricht, vermieden werden können. Die Schwierigkeit der Theorie des Waldbetriebs beruht, wie schon hervorgehoben, auf der Unklarheit des Kapitalbegriffs und auf der im allgemeinen recht

unbefriedigenden Lage der Wirtschaftswissenschaft, besonders der theoretischen Nationalökonomie.[1])

Wenn man also das über den Kapitalbegriff der Forstwissenschaft Angeführte überschaut, so bemerkt man, dass der Wald als Produktivmittel am besten von Rodbertus 1868—69 und von Wieser klargelegt worden ist. Dieser erklärt in anschaulicher Weise die Landgüter als spezifische Produktivmittel, wo die Produktionskosten sachlicher Natur sind und wo der Dauerpreis des Waldes und seiner Produkte von der Nachfrage gebildet wird. Rodbertus und nach ihm Conrad betonen das Rentenprinzip in der Landgutswirtschaft. Sie behandeln den Grundbesitz am Lande überhaupt nicht als Geldkapital, sondern nur als *Rentenfonds*. Nach Rodbertus ist der Reinertrag nicht nur die Grundlage des Waldwerts, sondern er stellt diesen Wert als betriebswirtschaftlichen Verrechnungswert selbst dar. In der Waldwirtschaft wird diese Art der Behandlung durch die eventuelle Exploitation der Holzvorratswerte erschwert, im Grund ist jedoch das »Rentenprinzip» von Rodbertus richtig, und es besagt, dass die Landwirte für ihre Güter nicht mehr bezahlen sollen, als der kapitalisierte Reinertrag zulässt. Wenn die Natur der waldwirtschaftlichen Produktionsweise auf diese Weise untersucht wird, ergibt sich ein weites und dankbares Forschungsgebiet.

4. Produktivität und Rentabilität in der Forstwissenschaft.

Aus den vorigen Kapiteln geht hervor, dass die Bewirtschaftung eine besondere Fürsorge des Waldbesitzers zwecks ökonomischer Ausnutzung des Waldvermögens ist. In dieser Hinsicht stellt das gesamte Waldvermögen das Erwerbsvermögen oder das Erwerbskapital des Waldbesitzers dar. Es bleibt noch zu untersuchen, wie sich die Wirtschaftlichkeit im Waldbetrieb entfaltet und wie das

[1]) Die Frage gipfelt darin: »Sollen in der Betriebsrechnung die internen Kosten beachtet werden oder nicht»? Die heutige Bilanzlehre verneint die bilanzielle Würdigung der internen Zinsen, wie Clark 1923, Pinkerton 1923, und Rorem 1928 zeigen. Dagegen müssen die internen Zinsen bei der Bestimmung der ökonomischen Ziele beachtet werden, z. B. im Wege des Ertragswertes, wie später gezeigt werden soll. Nur wird hierbei nicht bloss das »umlaufende Kapital» beachtet, sondern die gesamte Einlage (Waldboden + Holzvorrat).

Rationalprinzip in der Waldwirtschaft zu verwirklichen ist. Im allgemeinen stimmt das Mass der Wirtschaftlichkeit, das der waldbaulichen Produktion innewohnt, mit deren Erträglichkeit überein. Die Erträglichkeit kann zweifacher Art sein, entweder technischer oder wirtschaftlicher Art, welche letztere man gewöhnlich die »Rentabilität» des Waldbetriebs nennt. Beide gehören jedoch organisch zusammen und bilden den Übergang zum allgemeinen Begriff der »Wirtschaftlichkeit», die später behandelt wird.

Die technische Ergiebigkeit des Waldbetriebs hat vor allem Wagner vorzüglich in seinen »Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde» 1914, S. 312—330, geschildert, und seine Ausführungen stehen im Einklang mit unserer Darstellung des »Kapitalbegriffs» in der Forstwissenschaft. Die technischen Forderungen an den Waldbetrieb nennt Wagner die Forderungen der zeitlichen an die räumliche Ordnung des Waldes, und nach seiner Terminologie ist das auch ganz konsequent. Unter diesen steht in erster Reihe »die schärfste Anspannung aller erzeugenden Naturkräfte zur Produktion bei geringstem Aufwand an Kapital und Arbeit, d. h. die Forderung höchster Naturintensität».

Verfasser stellt sich betreffs des Naturfaktors beinahe auf denselben Standpunkt wie Wagner. Dessen Deduktion der Naturintensität ist sehr lehrreich, und sie sei hier in den Hauptzügen wiedergegeben, um Wagners Auffassung zu rechtfertigen und weil sie oft missverstanden worden ist. Der Wirtschaftserfolg wird bestimmt durch die Art und Weise der Heranziehung der forstlichen Produktionsfaktoren zur Gütererzeugung von seiten der Wirtschaft. Diese Produktionsfaktoren werden in unentgeltliche[1]) und entgeltliche eingeteilt. Unter den unentgeltlichen stehen in erster Linie die *Standortsfaktoren*, die im höchst möglichen nachhaltigen Mass auszunützen sind. Von den nur gegen Entgelt heranzuziehenden Faktoren seien z. B. der Arbeits- und der Geldaufwand genannt in Form von Verjüngungs- und Erntekosten. Die ganze Wirtschaftsauffassung Wagners gründet sich auf die Behauptung, dass die unentgeltlichen Naturkräfte nur durch eine volle und zweckentsprechende Bestockung auszunützen sind und dass somit zum »Betriebskapital» nur in Geld verauslagte Beträge zu rechnen sind. *Die Bestockung*

[1]) Es ist das Wort »unentgeltlich», an welchem sich die Reinerträgler stossen. Besser wäre ja »spezifisch» im Gegensatz zu »Kostenmittel» oder »entgeltlich». Wagner hat hier den Unterschied richtig verstanden, konnte aber seine Auffassung nicht ganz klar erläutern.

gehört zu den notwendigen Inventarbeständen, durch welche die Naturgebundenheit des waldwirtschaftlichen Produktionsprozesses eben zum Ausdruck kommt. Dieser Inventarbestand des Waldes (der Wert des Holzvorrates) repräsentiert gewiss oft einen erheblichen »Wert», doch diese Seite der Sache kommt erst an zweiter Stelle. In der Waldwirtschaft handelt es sich somit im technischen Sinne um die Erzeugung von Holz, um die Intensitätssteigerung in erster Linie des unentgeltlich tätigen Naturfaktors und seiner Ausnutzung, dagegen aber um die Heranziehung von Arbeit und Betriebskapital nur soweit, als es für die höchste Anspannung aller natürlichen Kräfte notwendig ist. Zwei verschiedene Wege stehen dem Waldwirt offen, um die Erzeugungskraft des Waldes technisch rationell nutzbar zu machen. Zuerst erwähnt W a g n e r die natürliche, mehr oder weniger kostenlose Pflege der Bodenkraft. Am meisten aber werden die stoffbildenden und wertschaffenden Eigenschaften des Waldes in unseren Dienst gezwungen durch Vermittlung desjenigen Elements unserer Wirtschaft, das die Naturkraft holzbildend ausnützt, und das ist die Bestockung. Sie bietet ihrerseits drei Handhaben zu schärferer Anpassung des Naturfaktors (1913, S. 322):

»1. Zunächst zeigt sie gesteigerte Wertsmehrung der Individuen und Bestände, wenn dem einzelnen Individuum jeweils der für den Gesamterfolg geeignetste Standraum gewährt wird, also bei zweckmässiger Bestandeserziehung, deren Arbeitsaufwand sich meist unmittelbar aus dem Anfall an Holz reichlich bezahlt macht.

2. Zweitens vermögen die verschiedenen Holzarten unter denselben natürlichen Erzeugungsbedingungen verschieden hohe Werte zu schaffen. Es sind daher stets diejenigen zu wählen, die an gegebenem Ort bei entsprechend geringem Aufwand höchste Werte aus der Natur zu schöpfen vermögen.

3. Endlich besitzt die Bestockung in der Regel die natürliche Fähigkeit sich durch Samenabfall selbst zu verjüngen, und zwar geschieht dies unter geeigneten äusseren Verhältnissen ohne Kosten, oder doch mit verhältnismässig geringem Aufwand. Zu den wichtigsten Aufgaben rationeller Wirtschaft müsste es somit gehören, diesen Momenten vollste Aufmerksamkeit zuzuwenden.»

Die erste Aufgabe wird technisch von der Bodenpflege gelöst, die zweite von der Waldpflege, die die beiden Hauptteile des Waldbaus ausmachen. Es steht also fest, dass sich die technische Ergiebigkeit der Waldwirtschaft an diese Gesichtspunkte der Boden- und Waldpflege knüpft.

So stichhaltig diese Darstellung Wagners auch ist und so gerechtfertigt seine Rehabilitation der Auffassung von der wirtschaftlichen Eigenart der technisch-biologischen Momente in der waldwirtschaftlichen Produktion erscheint, so ist es doch notwendig, einige kritische Bemerkungen an seine Darstellung anzuknüpfen, denn eine gründliche Klarlegung der technischen Rationalität der Waldwirtschaft ist für die Forstwissenschaft und auch für die praktische Betätigung des Waldwirts von ausserordentlicher Bedeutung. Nimmt doch diese Rationalität des Waldbaus nicht jeden Bestand ausdrücklich als Glied im Gefüge des gesamten Betriebes. Sie bezieht sich auf die Einzelheiten beim Vollzug des Vorgehens selber, auf die »Sparsamkeit» und rechte Ausnutzung der Produktivkräfte des Vorgehens. Im Waldbau ist jeder Vorgang technisch um so ergiebiger, je günstiger bei ihm das Verhältnis des Erfolges auf der Flächeneinheit ist. Im Gegensatz zur wirtschaftlichen kann die technische Rationalität des Waldbaus zu einem scharfen, zahlenmässigen Ausdruck gelangen. So z. B. gibt die Menge von produziertem Holz, pro Jahr und Hektar bezogen, einen exakten Ausdruck für die Inanspruchnahme der produktiven Kräfte des Waldes. Die Summe des auf die Einheit der Fläche pro Jahr entfallenden *Holzes* und *Verkaufspreises* und des auf die Einheit des Produkts entfallenden *Rüsteraufwands* ist somit der Ausgangspunkt bei einer kritischen Betrachtung der technischen Ergiebigkeit des Waldbetriebs. Offenbar ist die technische Rationalität um so grösser, je grösser die in kürzester Zeit erzeugte Holzmenge ist und je kleiner der spezifische Zeitaufwand auf die Einheit des Produkts ist.

So einfach sich auch der Sachverhalt der technischen Ergiebigkeit der Waldwirtschaft ausnimmt, bedroht ihn dennoch manches Missverständnis, weil für die technische Produktivität verschiedene Ausdrücke im Gebrauch sind, von denen jeder eine etwas andere Bedeutung hat. Das erste dieser Missverständnisse beruht auf einer Vermengung der Ausdrücke »technische Ergiebigkeit» und »Wirtschaftlichkeit». In diesem Falle hat man nicht das Verhältnis zwischen Aufwand und Erfolg zahlenmässig im Hinblick auf die erzielten Ersparungen vor Augen. Eigentlich ist die Bewirtschaftung dabei nur mittelbar beteiligt, indem

von ihr die Weisungen an die Ausführung ausgehen; denn an sich bleibt die sparsame Produktion Sache der praktischen Ausführung. Das Missverständnis kann geradezu verlockend sein, wenn es zu dem weitverbreiteten Glauben verführt, als wäre der Bewirtschaftung gegenüber schon alles in Ordnung, sofern z. B. auf dem rechten Waldtyp mit Erfolg die rechte Holzart erzogen ist oder wenn der Waldbau mit Hinsicht auf die waldbiologischen Verhältnisse möglichst »natürlich» oder »sparsam» verfährt. Das wahrhaft Wirtschaftliche in der Bewirtschaftung der Wälder steht dann immer noch durchaus in Frage, wenn auch zugegeben werden muss, dass eine waldbiologisch gut durchgeführte Walderziehung meistens die sichere Grundlage auch für das ökonomische Ergebnis bildet. Es kann auch nicht geleugnet werden, dass man in der Praxis zuweilen wegen unsteter Preisverhältnisse sich nur mit technischer Ergiebigkeit zufrieden geben muss. Dies ist aber nur eine Vorstufe in der Betriebsführung und kennzeichnet einen ziemlich primitiven Stand der Waldbenutzung eines Landes.

Es wurde schon besonders hervorgehoben, dass man die Ergiebigkeit des Waldbaus gelegentlich auch als Rationalität der Wirtschaft bezeichnet. Gewöhnlich geht man dann nicht von kostenmässigen Verhältnissen aus, sondern von der Vorzüglichkeit der waldbaulichen Produktionsweise, von der technischen Vollkommenheit, nämlich der Anwendung waldbaulich richtiger und erfolgreicher Methoden. Nach der landläufigen Ansicht wird die Bewirtschaftung nach den vorzüglich durchforsteten Probeflächen, dem Zuwachs des Bestandes und nach den Kulturen usw. kritisiert. Auch diese Auffassung ist in bestimmten Verhältnissen gerechtfertigt, wie z. B. in den grossen Wäldern der Staatsbetriebe und besonders der grossen Holzindustrie-Aktiengesellschaften, die das nötige Holz grösstenteils bei den Bauern billig kaufen und grosse Geldmittel im eigenen Waldbau niederlegen können, ohne dass dies eigentlich »wirtschaftlich» wäre. Waldbaulich hervorragende Produktion ist schon an sich ein gutes Ding, aber rein wirtschaftlich oder rentabel ist sie nicht notwendig. Dazu wird noch genügende Verzinsung des Waldkapitals gefordert.

Besonders bei der Bewirtschaftung der Wälder wird oft von »Produktivität» und »produktiven Zielen» gesprochen als Ausdruck» des volkswirtschaftlich besten Produktionssystems». Dieser Standpunkt wird auch in den Handbüchern der Forsteinrichtung, Volkswirtschaftslehre und Forstpolitik als Ausdruck der Gesamtinteressen des ganzen Volkes angeführt, und auch in der Wirtschaftslehre des Waldbaus huldigen ihm gelegentlich Männer der Praxis. Es ist immer der sprin-

gende Punkt der Forstwissenschaft gewesen zu entscheiden, ob die einfache Produktivität der Waldwirtschaft gleich sei mit den ökonomischen Zielen des Waldbetriebs. Auf primitiver Stufe der holzbearbeitenden Industrie in den holzarmen Länder bedeutete Produktivität Erzeugung von möglichst viel Holz pro Jahr und Hektar, sie bedeutete somit einfache Massenerzeugung von Holz. Dies trifft auch noch heute zu bei der Erziehung von Gruben- und Schleifholz, das schon in geringen Dimensionen Absatz findet und mit grösseren Dimensionen nicht teurer wird. In solchen Betrieben wird sich der Waldwirt nach dem technischen Prinzip der grössten Massenerzeugung orientieren, und darum findet man auch in den holzexportierenden Ländern Nordeuropas vielfach dieses technische Ziel. Weil der durchschnittliche Haubarkeitsmassenzuwachs dort im Alter von 55—85 Jahren kulminiert[1]), kann das Wirtschaftsziel somit auch zu 5—7 engl. Zoll in 18 engl. Fuss Höhe bestimmt werden. Das kleine Holz hat aber erst unlängst mit der Entwicklung der Zellstoff- und Papierindustrie Absatz gefunden, früher war nur gröberes Sägeholz in Dimensionen über 7 Zoll in 18 Fuss Höhe verkäuflich. Das Holz forderte darum einen technischen Mindestdurchmesser, z. B. 8—14 Zoll, und darum wurde dieses technische Ziel auch der »technische Umtrieb» genannt. Die Erzeugung von solchem Holz war somit etwas Technisches und Produktives, wenn sie auch lange Zeiten ein Ausdruck der Wirtschaftlichkeit war. Die technische Orientierung des Waldbaus hat sich dann in solchen Verhältnissen als das Wirtschaftsziel verkörpert, und erst in neuester Zeit (vgl. Lakari 1927) findet man entwickeltere Integrationstendenzen, die die Intensität zu erhöhen bezwecken und in welchen das kleine Holz mit dem groben schon konkurriert. Es gibt aber noch eine dritte Stufe der Produktivität, wo der Ertrag als Geldertrag aufgefasst wird und wo die Produktivität Ausdruck findet im höchsten nachhaltigen Geldertrag pro Jahr und Hektar auf die produktive Waldfläche bezogen. Vom Boden der Bewirtschaftung aus betrachtet, erscheint die ganze waldbauliche Produktion nur als ein Mittel des Waldbesitzers zur Erzielung von Erträgen; so bezieht man auch den Sachverhalt der technischen Rationalität des Waldbaus sofort auf die Produktion und erfasst ihn in Gestalt der sachlichen Ergiebigkeit des Waldes. Die waldbauliche Produktion rationalisieren heisst infolgedessen nichts anderes als die Produktivität erhöhen.

[1]) Vgl. z. B. Ilvessalo 1920.

Denn je biologisch rationeller die Waldwirtschaft vollzogen wird, desto grösser ist der Geldertrag pro Jahr und Hektar und desto grösser die nachhaltige sachliche Ergiebigkeit des Waldes. Die Produktivität in der Waldwirtschaft, als sachliche Ergiebigkeit des ganzen Waldkomplexes, ist gleichsam das Mass, in welchem die Erziehung der Wälder als Produktion ihren Beruf erfüllt.

Erst wirtschaftlicher Aspekt des Waldbaus ist eins mit der Wirtschaftlichkeit des ganzen Betriebes. Wirtschaftlich ist in diesem eigentlichen Sinne ein Vorgang nur als Teil des Ganzen, nicht aber der vereinzelte Vorgang; Verkauf von Holz ist wirtschaftlich erst nach Massgabe des Vergleichs mit früheren Verkäufen oder anderen Vorgängen, deren Vollzug in dem betreffenden Betriebe neben ihm in Frage steht (z. B. andere, noch zu erwartende Verkäufe). Ein Vorgang in dem Waldbetrieb ist »wirtschaftlich» nur in dem Grade, als er sich als dienendes Glied in das Ganze zu schmiegen weiss zugunsten der Erfüllung des Endzwecks, der möglichst besten und einträglichsten Benutzung des Waldes. Ein und derselbe Vorgang kann sich sehr verschieden gestalten; sehr kostspielige Kulturen z. B. können in extensiver Wirtschaft »unwirtschaftlich» oder auch »endzweckwidrig» sein. Es zeigt sich an diesem Beispiel, dass das Urteil über die wirtschaftliche Vollkommenheit der Betriebsführung, über die Wirtschaftlichkeit des Waldbaus, praktisch zusammenfällt mit den grundlegenden Entscheidungen der Forstverwaltung, welche das Wirtschaften darüber betreffen, was für Sortimente, in welchem Umfang und unter welchen Bedingungen sie zu erziehen und zu verkaufen sind.

In der Bewirtschaftung laufen zwei entgegengesetzte Strömungen gegeneinander, die wir als die zwei Phasen der Waldwirtschaft bezeichnen können: *erstens die Phase des Abbaus oder der Waldverwertung* und *zweitens die Phase der Regeneration oder Restauration.* Die wirtschaftlichen Erwägungen bezwecken, darauf zu schliessen, in welchem Grade der betreffende Vorgang des Abbaus der Holzvorräte im Gesamtinteresse des Waldbesitzers geschieht und ob auch durch diese Massnahmen die natürliche Regeneration der Holzvorräte, d. h. der Zuwachs, am besten gefördert wird. Die Wirtschaftlichkeit ist letzten Endes keine Sache positiver Messung, sie ist bloss einer Abstufung zugänglich im Wege des Vergleichs.

Diese technische und diese wirtschaftliche Eigenart des Waldbaus, nach G o t t l 1914 »Allzweckmässigkeit» und »Endzweckmässigkeit», treten demnach im Gesichtsfeld des Waldbaus einander als *Produktivität* und *Wirtschaftlichkeit* oder *»Ren-*

tabilität» gegenüber[1]). So scharf sich beide ihren Gedanken nach in der Theorie sondern, so innig hängen sie in der Tat zusammen. Aus unseren Ausführungen geht schon zum Teil die allbekannte Tatsache hervor, dass im allgemeinen ein Vorgang um so wirtschaftlicher ist, je produktiver er verläuft (das Prinzip der Massenerzeugung). Auch in der Forstwissenschaft wird oft auf die Bedeutung der Produktivität hingewiesen. So merkt z. B. Wagener 1899, S. 215, folgendes an: »In fast alle Fichtenwaldungen des Deutschen Reichs ist die Nachfrage der Zellstoffabriken nach den Stämmen unter 0.5 fm bis herab zu 7 cm Zopfstärke eingedrungen, und nur selten wird im Fichtengebiet ein Forstbezirk (ohne Brennholzberechtigung) gefunden werden, in dem die Brennholzverwertung auf die zu Zellstoffholz brauchbaren Abschnitte erstreckt wird. Eine Erweiterung des Kleinnutzholzangebots in den inländischen Fichtenwaldungen wird aber für das fernere Gedeihen der inländischen Zellstoffabrikation (deren Wettbewerb auf dem Weltmarkt erschwert wird durch billige Ankaufspreise für das Holzmaterial in Amerika, den Nord- und Ostländern Europas etc.) unabweisbar erforderlich. Die deutsche Forstwirtschaft hat um so weniger Ursache, die maximale Nutzholzproduktion zu verabsäumen, die Starkholzkonsumenten durch die oben bezifferte Verstärkung der Baumkörper zu begünstigen und die nicht minder berechtigten Ansprüche der Zellstoffindustrie und des Kohlenbergbaus zu missachten. als durch die Erweiterung des Angebots der schwachen Nadelhölzer die Rentabilität des Forstbetriebes wesentlich erhöht werden kann.» Barth berichtet 1921, S. 95, über die Verhältnisse Norwegens in folgender Weise: »Omlopstiden for det storste masseutbytte har forsaavidt stor betydning, som man let og sikkert kan beregne sig til den ok likaledes fordi den under normale prisforhold altid representerar den laveste graense for omlopstiden for det gjennemsnitlige storste vaerdiutbytte. Ved normale prisforhold forstaaes, at prisen pr. kubikmeter stadigt stiger med dimensionen. Saadanne normale prisforhold forekommer dog endnu ikke i alle vore vasdrag. Tvertimot er kubikmeterprisen ofte hoist variabel fra dimension til dimension og kulminerer i flere vasdrag allerede ved 7—8—9 eller 10 toms top. Som vasdrag med normale prisforhold kan naevnes Skiens og delvis Drammens, hvor alt tommesalg sker efter kubikregning.» Auch für

[1]) Von altersher gebraucht man das Wort »Rentabilität» im Sinne wirtschaftlicher Rationalität im allgemeinen. Weil wir jedoch spezielle »Rentabilitätstheorien» unterscheiden, wird hier der weitere Ausdruck »Wirtschaftlichkeit» vorgezogen, um Missverständnisse zu vermeiden.

Finnland erwähnt neuerlich Lönnroth 1927, S. 23, dass der Preisunterschied zwischen grobem und kleinem Holz sich in den letzten Jahren sehr reduziert, nachdem die Waldbesitzer für einen rm Papierholz im Walde in Südfinnland 50—60 Fmk. bekommen.

Wenn man die Produktion nicht der Masse, sondern dem Preis nach bemisst, ändert sich der technische Umtrieb, wie schon früher hervorgehoben wurde, in den des grössten »Waldreinertrags». Diese Steigerung der Produktivität wird jedoch nur so lange in höhere Wirtschaftlichkeit umschlagen, als sich die Voraussetzungen dieses Steigerns noch vertragen mit den Bedingungen, d. h. mit der höchsten Verzinsung des Waldkapitals, welche die Wirtschaft vorschreibt. So gut sich also auch Produktivität und Wirtschaftlichkeit im Waldbetrieb zu vertragen scheinen, gilt dies doch nur innerhalb bestimmter Grenzen, die von der Forstverwaltung festgelegt werden müssen. Jenseits dieser Grenzen geraten die beiden obenangeführten Prinzipien der technischen und der wirtschaftlichen Ergiebigkeit in steigenden Widerstreit miteinander. Das Steigen der Produktivität des Waldbaus hat offenbar nur so lange Sinn, als sich zugleich die Wirtschaftlichkeit des Vorgehens erhöht. Es darf aber nicht vergessen werden, dass dabei das letzte Wort unweigerlich die Wirtschaftsführung hat. Wenn die Waldwirtschaft auch der Urproduktion angehört, muss sie doch derselben wirtschaftlichen Ordnung gehorchen wie alle anderen Erwerbsbetriebe, wirtschaftlich hier im Sinne der wissenschaftlichen Betriebswirtschaftslehre. Dabei bezeichnet die Produktivität dem Masse nach (der Umtrieb des grössten Massenertrags) die Untergrenze des ökonomischen Haubarkeitsalters des Bestandes, die Produktivität nach dem Verkaufserlös (der Umtrieb des grössten Waldreinertrags) die Obergrenze. Zwischen beiden schiebt sich das ökonomische Ziel ein.

In diesem Kapitel ist schon mehrfach von dem Rationalisierungsstreben in der Waldwirtschaft gesprochen worden, als dessen Ausdruck die technische und die wirtschaftliche Ergiebigkeit zu bezeichnen sind. Heute wird überwiegend in den grösseren und auch in den mittelgrossen Betrieben nicht für den eigenen Bedarf, sondern für den Markt produziert. In Kleinbetrieben dient die Landwirtschaft oft nur der Ernährung der Familie, auch wird der Wald überwiegend nicht für den Verkauf erhalten; man erzieht Wälder, um das Holz zu verbrauchen.[1]) Die Untersuchungen von Köstler 1928, S. 47—69, zeigen, dass wir auch in dem grösseren Waldbetrieb das privatwirt-

[1]) Vgl. Saari 1929.

schaftliche oder Erwerbsprinzip verwirklicht finden und dass darum die Waldbetriebe zu Unternehmungen im Sinne der Betriebswirtschaftslehre zu rechnen sind. Weil nunmehr die waldbauliche Produktion unmittelbar doch nur die Absichten des Waldbesitzers als Leiters einer betriebswirtschaftlichen Unternehmung zu erfüllen hat, muss sie auch der Unternehmung gemäss gestaltet werden; somit wird auch die Technik der Produktion der waldbetrieblichen Unternehmung dienstbar. Das von uns schon früher entwickelte Verhältnis zwischen Technik und Wirtschaften des Waldbetriebes wandelt sich somit in das Verhältnis von Unternehmung und waldbaulicher Technik.

In einer waldwirtschaftlichen Unternehmung hängen nur wirtschaftliche Handlungen zusammen, solche des reinen Erwerbs sowohl, Verkauf von Holz etc., als auch solche der Walderziehung im Dienste des Erwerbs. Gleich der Wirtschaftseinheit besitzt auch die waldwirtschaftliche Unternehmung ihre soziale Unterlage. Da im Bereich der Wirtschaft stets eine Vielheit selbständiger Zwecke nach Erfüllung ringt, kann man mit Gottl 1914, S. 222, behaupten, dass eine waldwirtschaftliche Unternehmung nur eine fortlaufende Handlung der erwerblichen Benutzung des Waldes ist. Wenn auch die ökonomischen Ziele in verschiedenen Unternehmungen etwas voneinander abweichen können, so verfolgt doch jede den nämlichen Zweck: Gewinn oder nachhaltig einträglichste Benutzung des Waldes. Zu diesem Handeln nach dem Erwerbsprinzip hat nun die waldbauliche Technik sich in Beziehung zu setzen, und auch hier finden wir somit das obenangeführte Wechselverhältnis zwischen Wirtschaft und Waldbau. Um die Eigenart der waldwirtschaftlichen Unternehmungen herzuleiten, folgt Köstler 1928 l. c. der Analyse des modernen Wirtschaftslebens von Sombart. Der Gedankengang Sombarts ist indes betreffs der waldwirtschaftlichen Unternehmungen mit Vorsicht zu nehmen, denn er berichtet z. B., dass die Wälder Schwedens im Beginn des 18. Jahrhunderts ganz ausgeschöpft waren, was ein allzu grober Lapsus ist. Wenn Sombart ausserdem eine ausgesprochene Neigung zum Marxismus zeigt, der die Forstwissenschaft noch niemals gefördert hat, kann man ihn ohne Schaden aus dem Spiel lassen. Die heutige Theorie der waldwirtschaftlichen Unternehmung muss auf der Grundlage der Forschungen von Gottl 1914, Ostwald 1915, Liefmann 1919, Schmalenbach 1926, Chapman 1926 und Pazourek 1929 weiterbauen, diese Arbeiten geben eine ausserordentlich feste Basis für nationalökonomische und betriebswissenschaftliche Analysen des Waldbetriebs.

Nach dem früher Angeführten handelt es sich bei den ökonomischen Zielen der waldwirtschaftlichen Unternehmungen um die Orientierung des Betriebes nach dem Erwerbsprinzip in seinen beiden Formen, dem *Prinzip der Nachhaltigkeit* und dem *ökonomischen Prinzip.* Hier wird nur das zweite, das wirtschaftliche Prinzip untersucht. Um alles Produktive aus den wirtschaftlichen Betrachtungen auszuschalten, soll hier zuerst die Auffassung zweier Forscher, Böckers und Borggreves, behandelt werden. Jener war ein finnischer Forstmann und der wissenschaftliche Begründer der Waldbetriebslehre in Nordeuropa, dieser der namhafte Verteidiger der Waldreinertragsschule in Mitteleuropa in den 70- und 80er Jahren.

Im Anfang des 18. Jahrhunderts lebte man in Nordeuropa noch in der Blütezeit des Physiokratismus, und dieser Geist spricht auch aus den Arbeiten Böckers, besonders aus seinem Buche »Om skogars skötsel i Norden» I, Åbo 1829. Seite 38 befürwortet er die Aufteilung der Allmenden und sagt S. 74, dass alle Mittel nebst der freien Verfügung über die Wälder (»Alla de mått och steg, genom vilka Staten möjligen kunde gifva skogarna ett högre värde, blifva ofelbart den största och verksammaste bevekelsegrund, att egna dem uppmärksamhet, skötsel och vård. Näst en dispositionsrätt, så fri och obunden som möjligt, synas följande författningar ännu kunna komma i fråga,» nämlich »Frihet för utlänningar att mot lindriga tullafgifter afhemta alla slags skogsprodukter», dann weiter »Frihet för eho som sådant vill och anser det kunna med uträkning ske, att emot erläggande skatt och den vanliga förbindelsen, att ej genom uppdämning göra skada, anlägga äfven de mest så kallade skogsödande verk, jernbruk, masugnar, sågqvarnar, glasbruk, m.m.», und letztens: »Upprensandet af Landets strömmar, så att flottning må kunna ske med mindre kostnad och fara, blir en utaf de kraftigaste utvägar att gifva skogarna värde»), die den Wäldern einen höheren Wert verleihen, zugunsten der Waldwirtschaft sehr fördernd beitragen. Die Wirtschaftsziele werden ganz nach der physiokratischen Auffassung bestimmt. Im Supplement zu der obenzitierten grundlegenden Arbeit, S. 3, sagt Böcker: »Förmånligaste tiden att fälla skog är den, då afkastningen jämförelsevis med skogens ålder är störst, d. v. s., då den trädmassa, som på ett tunnland finnes, dividerad med talet af trädens ålder är störst. Denna kulminationstid, om jag så får kalla den, infaller senare. ju strängare klimatet och ju sämre jordmånen äro.» In diesen Zeilen findet man den physiokratischen Gedanken von der Produktivität der Land- und Waldwirtschaft wieder, und die Waldwirtschaft wurde

vom Standpunkt der Grösse des »Nationalprodukts» betrachtet. Hier merkt man nichts direkt von Unternehmungsgeist wie später in dem kapitalistischen Zeitalter, das mit der Reinertragstheorie in die Waldwirtschaft einrückt, wenn man nicht das Streben nach einem höheren Wert für die Wälder damit identifizieren will.

Überaus lehrreich sind Böckers Gedanken über die mathematische Bestimmung der Wirtschaftsziele, und er kommt zu dem Ergebnis, dass diese Methode zu manchen Trugschlüssen führen kann. Seite 129—131 berichtet er wie folgt: »I afseende å snar afkomst är ett skiftesbruk med kortare omloppsperioder öfverallt att vidtaga der man lider brist på ved. Men der sådant ej inträffar är det visserligen en falsk beräkningsgrund man antager, då förmånen utaf det ena eller andra hushållningssättet bedömmes sålunda, att man uträknar hvad t. ex. en Ekskog gifver ut i penningeinkomst, om man låter den stå till 160 års ålder, och vid fällandet får t. ex. 145

famnar ved, à 10 R:dr	1,450: —
Eller om man fällt den vid 40 års ålder och då fått 25 famnar à 10 R:dr	250: —
Intresset härå, om detta kapital utlånas med ränta på ränta, räknas för 120 år	272,100: —
Åter 40 år derefter 25 famnar	250: —
Intresset därå	26,220: —
40 år derefter åter 25 famnar	250: —
Intresset därå	2,572: —
Summa	301,642: —

Vid ett sådant sätt att kalkylera anmärkes:

Att uppå en tid af 160 år priserne, i silfver beräknade, efter all hittils vunnen erfarenhet måste betydligen stigit:

Att en högskog, som kan användas till timmer, icke bör i värde valveras efter vedpris;

Att det är omöjligt att till penningar evalvera vidare skog, än den årliga konsumtionen fordrar;

Och lika osannolikt, om ej omöjligt, att ett kapital uti så lång tid inom en familj qvarstadnar. En sparares och procentares anda går sällan i arf längre än till 1 barn. Barnabarn och barnabarns barn af samma anda vore något mera sällsynt än en qvartern på Lotterierna.

Om man efter en sådan grund börjar beräkna hvad kostnaden af solida byggnader, vägar och kanaler, der man möjligen kunnat undvara

dem, eller vara belåten med sådane av mindre kostbarhet, efter några sekel utgör, så behöfvas ej många, förrän man för ett fähus kunde köpa en hel provins. För min del finner jag derföre den på fullt allvar af flere yttrade fruktan, att enskilde, då de lära sig känna och inse huru deras intresse är förenadt med ett snart afbrukande af deras skog, skola sätta denna uppå en kort omloppstid och öfvergifva högskogsbruket, vara icke allenast öfverflödig, utan, rätt betraktad, barnslig och enfaldig.»

Diese Zeilen sind mit der unverkennbaren Meisterhand eines Ökonomen geschrieben in einer Zeit, wo die Forstwissenschaft eben die ersten Schritte getan hatte. Böcker schätzt die Nachhaltigkeit sehr hoch ein, aber er hegt auch ganz moderne wirtschaftliche Tendenzen, weil er fordert, dass der Wert des im Walde gebundenen Kapitals durch höhere erwirtschaftete Preise erhöht werden müsse, denn nach ihm ist der Wert des Waldes nur kapitalisierte Rente. Wenn er auch verstehen lassen will, dass die Waldrente als Ziel der Wirtschaft angesetzt werden solle, gründet er doch die Umtriebskalkulation auf den Zuwachs, und es muss auch heute noch zugegeben werden, dass der Zuwachs vielleicht der zuverlässigste Faktor bei der Einrichtung der Wälder und der Bestimmung des Hiebes ist. Im allgemeinen mag Böcker als Beispiel dienen für die älteren forstwissenschaftlichen Koryphäen, welche die Produktivität der Waldwirtschaft als das Ziel der Bewirtschaftung setzten.

Die Produktivitätslehre taucht später in der »alten» Waldreinertragslehre auf, die um 1860 entstand und der z. B. Borggreve, Bose, Baur, Danckelmann, Weise, Fricke, Möller[1]) und neuestens in Schweden noch Welander huldigen. Besonders lehrreich ist für das Programm der Waldreinertragsschule die Darstellung von Borggreve 1888, S. 70—74, aus welcher hier das Wesentliche wiedergegeben wird. »Die von G. L. Hartig schon um 1800 nach ihren Zielen im Wesentlichen vollkommen richtig präzisierte Gemein-Wirtschaft erklärt aber, und, wie oben ausgeführt, mit vollem, alleinigen Recht dasjenige Haubarkeits- resp. Umtriebsalter als das wünschenswerteste, für welches der absolute durchschnittliche Wertzuwachs der Bestände kulminiert, für welches also in der Gleichung: $\frac{\text{Summa des Wertzuwachses}}{\text{A}}$ pro ha in A Jahren × F (läche des Waldes) = x am höchsten erscheint . . . Es leuchtet ein, dass diese Formel mathematisch identisch ist mit dem folgenden

[1]) Vgl. später bei der Dauerwaldschule.

Ausdruck, der für gewisse, einfache Wirtschaftsarten, z. B. Eichenschälwald, das Umtriebsalter der höchsten Wertleistung des Waldes, seine Brutto-Rente, für die direkte Anwendung brauchbarer darstellt, nämlich

$$x = \frac{F}{A} \times \text{Summe des Wertzuwachses pro ha in A Jahren.}$$

So ist also z. B. dasjenige Umtriebsalter des Eichenschälwaldes das vorteilhafteste, in welchem der Ate Teil der Waldfläche oder auch eines Hektars, bestanden mit Ajährigem Ausschlag — etwa bei Verkauf auf dem Stock — den höchsten Gelderlös bringt. Der höhere Umtrieb mit grösserem A nutzt also stets einen kleineren Teil des gesamten Vorrates resp. der gesamten Fläche als der geringere mit kleinerem A; und es kommt eben darauf an, ob dieser geringere Teil bei dem entsprechend höheren Alter gleichwohl noch einen grösseren absoluten Wert hat. Hiermit ist zugleich der mathematische Nachweis geliefert, dass das Umtriebsalter der Kulmination des absoluten durchschnittlichjährlichen Wertzuwachses der Bestände identisch mit dem Umtriebsalter der höchsten Brutto-Waldrente ist. Dass das Umtriebsalter der höchsten durchschnittlich-jährlichen Volumproduktion der grossen Regel nach die Basis resp. Untergrenze des gemeinwirtschaftlich vorteilhaftesten Umtriebsalters der grössten durchschnittlichen Wertproduktion sei, hat schon G. L. Hartig erkannt, bestimmt ausgesprochen und für die von ihm angeordneten resp. empfohlenen Umtriebszeiten rechnungsmässig verwertet.»

Eine kritische Betrachtung dieser Lehre ist sehr ergiebig, denn sie stellt den Unterschied zwischen der Produktivität und der Wirtschaftlichkeit oder Rentabilität anschaulich vor Augen. Diese alte Schule kennt nicht den Kapitalbegriff der modernen Erwerbsunternehmungen, für sie ist der Wald nur eine eigentümliche, nie versiegende Quelle des Nutzens »sui generis». Heutzutage wird jedoch in der Gutswirtschaft das Kapital durch Kapitalisierung des Ertrages berechnet, wodurch die Verteilung der Verkäufe in zeitlicher Hinsicht gemäss der Verzinsung von grosser Bedeutung ist. Dies alles wird bei der Waldreinertragsschule ausser acht gelassen, und doch ist diese Verzinsung des Kapitals gerade für eine neuzeitliche Erwerbswirtschaft von ausschlaggebender Bedeutung, was ebenso für Mietshäuser wie für Grundstücke (auch Wälder) gilt, — der Wald gehorcht in dieser Hinsicht denselben wirtschaftlichen Prinzipien wie andere dauerhafte Anlagegüter.

Es ist auch hervorgehoben worden, dass das gesamte Waldvermögen als das werbende Kapital der waldwirtschaftlichen Unterneh-

mung bezeichnet werden kann. Das Finanzkapital als solches ist ein Erzeugnis der Verkehrswirtschaft und dient also als Organisationswerkzeug der Finanzbetriebe, und seine Bedeutung liegt darin, dass es die Anschaffung des Erwerbsvermögens ermöglicht. Nun muss aber die wirtschaftliche Tätigkeit immer das gebundene Kapital in Betracht ziehen, gerade darin besteht ja die Eigentümlichkeit der modernen Unternehmung. Das durch Verkauf von Holz freiwerdende Kapital enthält einerseits die Ersetzung der aufgewendeten Kosten, also der Arbeit, und der Rest, die Waldrente, dient als Preis des angelegten Kapitals, ist somit der Dauerpreis des Waldes.[1])

Innerhalb des Waldbetriebs stellt das fertige Produkt, die hiebsreifen Bäume, den verkaufsreifen Vorrat dar, so dass in diesem Punkte die produktiven Ziele der Waldwirtschaft schon als realisiert gelten dürfen. Für die waldwirtschaftliche Unternehmung bedeutet dies auch gleichsam nur einen neuen Akt der Tätigkeit, denn ein Waldbetrieb muss das Holz noch verkaufen. Wenn z. B. alles Papierholz des Betriebes nur in eigenen Fabriken Anwendung findet, sind die Wirtschaftsziele der Forstabteilung öfters ganz produktiv. Für den Privatwaldbesitzer und für die Staatsforstverwaltungen gestaltet sich dies durchweg anders, denn hier unterscheiden sich Wirtschaftlichkeit und Produktivität. In dem Erwerbsbetrieb ist die ganze Walderziehung nur ein blosses Mittel zum Zweck des Erwerbs. Für ihre wirtschaftliche Orientierung ist die Produktion nur die erste oder auch zuweilen zweite Phase der Waldwirtschaft; die andere aber, die Phase des Abbaus oder des Verkaufs, ist ebenso wichtig, und mit dieser Phase wird in der Regel die Waldbenutzung in Nordeuropa begonnen. Immer nur beide

[1]) In seiner neuesten Arbeit 1929 betont Pazourek ausdrücklich, dass die Landgüter im Familienbesitz und mit Marktorientierung ein »*Finanzkapital*» repräsentieren, auch wenn dem Besitz eine finanzielle Organisation mangelt. So schreibt er Seite 25 wie folgt: »Und da ergibt sich bei der Berechnung der Rentabilität noch eine weitere Frage. Der heutige Unternehmer muss, wenn er die Ertragsergiebigkeit der Produktion betrachtet, sein Augenmerk ausser auf die direkt aufgewandten Erzeugungskosten auch auf das in der Produktion investierte und während derselben gebundene »*Finanzkapital*» richten, wie es in dem Kaufpreise des Bodens, aller Produktionshilfsmittel und Rohstoffe, wie auch der Nahrungsmittel für die bei der Produktion beschäftigen Arbeiter steckt. Da der Unternehmer die erwähnten Produktionsmittel gegen Entgelt verpachten, vermieten oder verborgen könnte, gegebenenfalls auch verkaufen und das dafür erhaltene Geld gegen Zinsen anlegen könnte, setzt der Unternehmer mit Recht voraus, dass ihm auch die Produktion, soll sie vorteilhaft sein, diesen *Zins* zu ersetzen hat, der ihm aus dem angelegten Kapital ohne die geringste Arbeit zukommen würde. Übrigens zahlt manchmal der Unternehmer der Produktion diesen Zins tatsächlich, nämlich dann, wenn er sich alle Produktionsmittel, einschliesslich des Bodens, auf Kredit verschafft.» — Solche Rentabilitätsberechnungen sind im Waldbetrieb in ganzer Strenge kaum durchzuführen, wie wir später sehen werden.

zusammen entscheiden über den Erfolg der Unternehmung, die Walderziehung tut es nur soweit, als auch ihre Verhältnisse einen bestimmten Einfluss auf die Erzielung der Jahresrente ausüben.

Unter diesen Umständen wird die ganze waldbauliche Produktion von den Erwägungen vom Standpunkt des Erwerbs aus völlig beherrscht. In einem Betriebe richtet sich alles nach den Urteilen über die erwerbsmässige Rationalität, welche auch *Wirtschaftlichkeit* i. w. S. genannt wird. Diese Wirtschaftlichkeit wird von der Bodenreinertragsschule und der Waldrentabilitätsschule ohne weiteres mit *finanzieller Rentabilität* identifiziert, und diese Auffassung wurde früher so ziemlich ohne Bedenken akzeptiert. Heute, wo die Betriebswirtschaftslehre den Wirtschaftlichkeitsbegriff einer genauen Analyse unterworfen hat, weiss man schon besser Bescheid, und es kann festgestellt werden, dass mit den beiden Begriffen nicht immer ganz dasselbe gemeint wird. Wenn auch der Begriff der Wirtschaftlichkeit zu denjenigen Begriffen gehört, über deren Natur in den Wirtschaftswissenschaften im allgemeinen und in der Betriebswirtschaftslehre im besonderen sehr grosse Unklarheit herrscht, so können doch diese zwei Prinzipien festgestellt werden, um welche sich die verschiedenen waldwirtschaftlichen Schulen leicht gruppieren lassen.

Es wurde schon hervorgehoben, dass der Gedankeninhalt der wirtschaftlichen Rationalität oder der Wirtschaftlichkeit von Zwecken bestimmt wird, welche die einzelnen Wirtschaften auszeichnen. Berücksichtigt man dann weiter, dass innerhalb der einzelnen Waldwirtschaft der Betrieb als Produktionseinheit und die Unternehmung als Finanzeinheit verschiedene Zwecke zu erfüllen haben, so liegt die Notwendigkeit, zunächst zwischen der Wirtschaftlichkeit des Betriebes, der *Betriebswirtschaftlichkeit*, und der Wirtschaftlichkeit der Unternehmung, der *Finanzwirtschaftlichkeit*, wie sie L e h m a n n 1928 nennt, zu unterscheiden, ohne weiteres auf der Hand. Es ist natürlich, dass die Finanzwirtschaftlichkeit oder Rentabilität an Bilanzen und Aktienwesen gebunden ist, denn finanzielle Organisation ist eine notwendige Voraussetzung der Rentabilitätsrechnung s. s. Auch fordert die Berechnung der finanziellen Rentabilität eine Rücksichtnahme auf den Börsenkurs,[1]) sie ist somit eine hochfinanzielle Operation. Wir wissen schon von früher, dass unter dieser Rentabilität das

[1]) In den Landgutswirtschaften entspricht dem Börsenkurs der investierte Wert. Wegen des Vorherrschens der Kostenkapitale in der modernen Landwirtschaft lässt sich für solche Betriebe eine Art Rentabilität herausrechnen. Ihre Bedeutung dürfte jedoch zuweilen mindestens fraglich sein.

Prozentverhältnis zwischen einer Erfolgsgrösse und der Grösse desjenigen Kapitals, mit dessen Hilfe dieser Erfolg erzielt ist, verstanden wird. Wenn man sich die grossen Staatsdomänen und die bäuerlichen Wälder vergegenwärtigt, die mit den Äckern und Wiesen gekauft werden und oft sehr billig von dem Vater auf den Sohn übergehen, so ist ohne weiteres klar, dass diese finanzielle Rentabilitätsberechnung in solchen Betrieben nicht am Platze ist. Wenn trotzdem ein Kapital festgestellt wird, um die Wirtschaftlichkeit durch ein solches Prozentverhältnis auszudrücken, so bleiben solche Berechnungen sehr unsicher, und betriebswirtschaftlich sind sie nicht geboten, wenn nicht ein zwingender Grund vorliegt. Es ist also diese Richtung zur Rentabilitätsbemessung in der Waldwirtschaft nicht geeignet, die Betriebsführung in grösserem Massstabe zu fördern. Eine Berechnung des Waldkapitals zum Zweck der Wirtschaftlichkeitsbemessung kann daher als zu unsicher und unzweckmässig nicht befürwortet werden.

Es bleibt somit der andere Weg zur Erfassung der Betriebswirtschaftlichkeit in der Waldwirtschaftslehre. In der Waldwirtschaft wird sie bestimmt durch den *Ertragswert des Waldes*, welcher für verschiedene Umtriebe kalkulatorisch berechnet wird. Dieser Wirtschaftlichkeitsbegriff beruht auf dem wirklich investierten »Finanzkapital» und wird durch den kapitalisierten Ertrag, wobei die kapitalisierten Periodenrenten bis auf die Jetztzeit diskontiert und dann addiert werden, bemessen nach dem Verfahren von Wagener und Ostwald. Alle Kosten des Waldbetriebs beruhen auf Sachleistungen, weil die Erzeugung von Holz ein reiner Naturprozess ist und also eine kalkulatorische Selbstkostenrechnung daher schwer durchzuführen ist. Dagegen gibt die berechnete Rente ein zuverlässiges Bild von der Gestaltung der ökonomischen Rationalität und eignet sich gut als Hilfsmittel zur Bestimmung der ökonomischen Ziele. Dieser Ertragswert ist somit nur ein interner Verrechnungswert zum Zweck der Betriebsführung und also kein Vermögensnachweis, aber als solcher brauchbar. Es ist allbekannt, dass dauerhafte Vermögensgegenstände nach dem Ertrag bewertet werden, und es liegt eigentlich kein Grund vor, dieses Hilfsmittel nicht auch in der Waldbetriebslehre anzuwenden.[1])

Dieser Wirtschaftlichkeitsbegriff bezieht sich auf den schuldenfrei gedachten Betrieb und richtet sich also nach dem allgemeinen Erwerbsprinzip. Es ist zu beachten, dass sich, wie schon hervorgehoben, gemeinwirtschaftliche und erwerbswirtschaftliche Belange

[1]) Auch Stoetzer 1908, S. 123, und Endres 1923, S. 230, heben ausdrücklich die Bedeutung des Ertragswerts des Bestandes hervor.

in dem Waldbetrieb weitgehend decken können und werden, indessen fallen sie aber nach der bisherigen Auffassung nicht immer ganz zusammen. Die Betriebswirtschaftslehre und auch die Waldbetriebslehre setzen vielmehr voraus, dass gemeinwirtschaftliche und erwerbswirtschaftliche Gesichtspunkte völlig zusammenfallen. Schon Schmalenbach 1925 hat darauf aufmerksam gemacht, dass sich dadurch nicht nur eine praktisch brauchbare Richtlinie ergibt, sondern dass die Betriebswirtschaftlichkeit, da sie im höheren Sinne konsequent ist und die Voraussetzungen annimmt, durch die die bestehende Waldwirtschaftsform überhaupt erst gerechtfertigt wird, die einzig ökonomische ist. In Anlehnung an die diesbezüglichen ausdrücklichen Ausführungen zweier hervorragenden Betriebswirtschaftsgelehrten Gerstner 1928 und Hennig 1928 werden daher in dieser Abhandlung mit vollem Bewusstsein die für Erwerbswirtschaften geltenden Grundsätze und Verfahren zur Erzielung der höchsten Rente und des höchsten Waldertragswerts erörtert unter der Voraussetzung, dass mit derselben der Gemeinwirtschaft am besten gedient wird. In der theoretischen Nationalökonomie scheint auch, wie schon früher bemerkt wurde, diese Auffassung, vertreten vor allem durch Liefmann 1919, Cassel 1923 und Pazourek 1929, die Oberhand gewonnen zu haben.

5. Der Erfolgsbegriff in der Forstwissenschaft.

Über das Wesen der Waldrente ist zwar in der Forstwissenschaft viel geschrieben worden, wie z. B. die ausführlichen Monographien von Wagener 1899 und Borggreve 1888 wohl beweisen, aber man kann dennoch behaupten, dass dieser Grundbegriff sowohl in der Forstwissenschaft wie in der praktischen Waldwirtschaft nicht genügend Beachtung gefunden hat. Besonders die wissenschaftliche Bodenreinertragsschule scheint sich noch nicht klargemacht zu haben, was mit dem dynamischen Dauerpreis des Waldes gemeint ist, und somit ist ihr das richtige Verständnis für den wirklichen Reinertrag des Waldes verloren gegangen. Zur Aufklärung des Begriffs des Reinertrags oder »Wirtschaftserfolgs» in der Forstwissenschaft ist es notwendig, den Begriff der Waldrente etwas näher zu untersuchen, damit man einen als Grundbegriff einer waldwirtschaftlichen Erwerbstheorie tauglichen Reinertragsbegriff herleiten könne.

Im Anfang der wissenschaftlichen Nationalökonomie heftete sich das Auge der Physiokraten zuerst auf die Tatsache, dass es einen Vorgang geben müsse, welcher die Beteiligung der in sie eingeschalteten

Einzelwirtschaften am Produkte der Gesellschaft bestimmt. Sie erkannten auch bald, dass auch jene Klassen, welche keine Landwirtschaft betrieben, das Erzeugnis der landwirtschaftlichen Produktion genossen. Da dieser Vorgang sich in der Verkehrswirtschaft abspielte und unter Einschaltung des Geldgebrauchs vor sich ging, wobei das Geldeinkommen zur Grundlage dieser wirtschaftlichen Distribution des Erzeugnisses wurde, nannte man ihn bald die Einkommensverteilung. Wenn auch später die Einseitigkeit der Lehren der Physiokraten erkannt wurde, blieb die Einkommensverteilung doch ständig im Mittelpunkt des Interesses und ein dauernder Bestand der nationalökonomischen Wissenschaft. In diesem Kapitel interessiert uns nur die Aufteilung der jährlichen Waldrente, welche durch den Verkauf der Produkte des Waldes entsteht.

Unsere holzverarbeitende Industrie befindet sich heutzutage in einer Gliedhaftigkeit mit dem ganzen Wirtschaftsleben, sie bedarf der Arbeitskraft der Bevölkerung und des Holzes der Waldbesitzer (der Staat auch mitgerechnet). Diese verkehrswirtschaftliche Eigentümlichkeit des Wirtschaftslebens macht es zum organischen Ganzen, und diese Gliedhaftigkeit der Einzelwirtschaften und ihre hieraus entspringende Unselbständigkeit sind die Quelle der in Frage kommenden Einkommensverteilung und somit auch des Einkommens des Waldbesitzers. Dieses Einkommen ist also eine Frage der Verkehrswirtschaft. Als Erwerbswirtschaftler produziert der Waldbesitzer nicht für den eigenen Bedarf, sondern für den Markt.[1])

Die Einkommensverteilung erkannten die ersten Autoren als einen automatischen Vorgang, welcher sich aus der Verbundenheit der Wirtschaften, von innen heraus vollzieht. Die neuere Nationalökonomie ist zu einer anderen Auffassung betreffs der Einkommensbildung gelangt, die mehr im Einklang mit dem tatsächlichen Leben steht. Nach Heller 1927, S. 116, gibt es zwei Prinzipien, die als Grundlage dieser Verteilung dienen. Das erste Prinzip lautet, *die Einkommensverteilung sei ein rein wirtschaftlicher Vorgang*, der als solcher durch die Wertbildung beherrscht werden kann. Das andere Prinzip betont *das Kampfmoment in der Verteilung*, da doch jede Wirtschaft einen Druck zugunsten einer grösseren Beteiligung am Einkommen ausüben will. Demgemäss sieht die heutige Nationalökonomie auch im Machtmoment eine der Grundlagen der Verteilung[2]).

---

[1]) Die waldbesitzenden Holzindustrien indirekt mitgerechnet.

[2]) Pazourek 1929 hat eine etwas andere Vorstellung, dagegen stimmt die obenangeführte Ansicht mit denen von Neumann 1890 und von Wieser 1914 gut überein.

Diese beiden allgemeinen Prinzipien werden durch schwerwiegende Tatsachen in der Volkswirtschaft begründet. Es ist nicht zu bestreiten, dass die Waldrente durch Verkauf von Holz entsteht, dies also ein rein wirtschaftlicher Vorgang ist. Das Holz unserer Wälder bildet den unentbehrlichen Rohstoff der holzverarbeitenden Industrie, und darum ist natürlich die Preisbildung des Waldes ein wirtschaftlicher Prozess. Anderseits kann man den Gedanken nicht loswerden, dass in diesem Kampf um das Holz die Machtverhältnisse der Gesellschaftsschichten die Preisbildung beherrschen, da sowohl die Waldbesitzer als die Industrie ihre volle Energie einsetzen, um sich einen möglichst hohen Gewinn zu sichern. Es scheint darum wahrscheinlich, dass die Dauerpreise des Waldes durch einen Kampf zwischen den Waldbesitzern und den Industriellen entstehen. Salz bemerkt 1927, S. 49, sehr zutreffend: »Jede Arbeitslohntheorie, die von dem Bestehen des sozialen Gegensatzes zwischen Arbeit und Kapital in der modernen Gesellschaft abstrahiert und sich so stellt, als gäbe es diesen nicht oder als sei dieser Gegensatz ein überflüssiger Streit um bloss fiktive Werte, ist irreal und erfahrungswidrig.» So scheint es auch mit der Waldrente, dem Dauerpreis des Produktionsmittels »Wald» zu sein. Die beiden oben zitierten Prinzipien Hellers finden eine so überzeugende Bestätigung in der Wirklichkeit, dass eine Auffassung, welche diese Preisbildung nicht zur Grundlage einer ökonomischen Theorie der Waldwirtschaft nimmt, irreal und erfahrungswidrig ist. Eine solche Theorie war z. T. die auf dem »Normalwald» aufgebaute Bodenreinertragstheorie.

Aus den früheren Ausführungen geht hervor, dass die beiden Prinzipien, nämlich das der Wirtschaftlichkeit und das Macht- oder Kampfprinzip, ihren Anteil als Ursachen an der Waldrentenbildung haben. Die volle Wahrheit über die Entstehung der Waldrente haben somit bloss beide zusammen. Besonders in Finnland, wo grosse Waldgebiete erst in letzter Zeit wirtschaftlich aufgeschlossen geworden sind, haben die Kampfmomente einen erheblichen Einfluss, und die Holzpreise sind noch allzu oft sog. *Irrtumspreise* im Sinne Ad. Webers 1929. Die Bildung der Waldpreise und der Waldrente ist also ein Marktvorgang und vollzieht sich am Holzmarkt. Dies ist eine unausbleibliche Begleiterscheinung unserer waldwirtschaftlichen Organisation.

Gelegentlich ist in der Forstwissenschaft (z. B. Spiegel 1926 u. a.) schon kurz angedeutet worden, dass diese Auffassung von der waldwirtschaftlichen Preisbildung am Markte als Mittel der Waldrentenbildung von besonderer Bedeutung für die Waldbetriebslehre sei, doch ist dies nach der Aussage der Kritiker nur eine »Auffassung», die noch

besserer Begründung bedarf. Es ist nämlich zu beachten, dass die Bodenreinertragstheorie ganz andere Ziele im Auge hat. Sie gründet sich auf die früher von Ricardo ausgearbeiteten Gedanken, dass vom Rohertrag die Zinsen des »umlaufenden» Kapitals abgezogen werden müssten, und nach Abzahlung der Lohnunkosten bliebe die wahre »Bodenrente» zurück. In der Forstwissenschaft wurde dann seit den 1840er Jahren der Wert des Holzvorrates als »umlaufendes Kapital» angedeutet, und erst nach Abzug von dessen internen Zinsen blieb die Bodenrente, eine wahre Residualrente, zurück als reiner Wirtschaftserfolg des Betriebes.[1]) Es wurde also ein Teil vom Rohertrag, der »Bruttowaldrente», jedem der beteiligten Produktionsfaktoren »zugerechnet», wie der Terminus technicus lautet.

Die Zurechnungslehre im allgemeinen lässt sich in der modernen Nationalökonomie nicht mehr ganz einstimmig aufrechterhalten, so gewaltig haben sich ihre Gegner, unter welchen z. B. Cassel, Liefmann, Heller, Ad. Weber, Kleinwächter und Pazourek genannt seien, an Zahl vermehrt, wenn auch die alte Lehre noch neuerdings von Verrijn Stuart und Aarum verteidigt wurde. Heller, der heute als einer der hervorragendster Kenner des Verteilungsproblems angesehen werden darf, sagt diesbezüglich 1927, S. 118—119: »Der Grundfehler der vorherrschenden Verteilungslehre liegt darin, dass sie in der Verteilung nur den Wertungsvorgang beachtet und, obgleich sie die Einkommen als Preise betrachtet, die Tatsache vernachlässigt, dass die Preisbildung der produktiven Mittel und Dienste als volkwirtschaftlicher Vorgang wohl unter der Kontrolle des Wertes steht, jedoch unter Hinzutreten anderer Faktoren vor sich geht.» Und weiter S. 119: »Die Auffassung der einzelnen Einkommenszweige als Gegenwert ihrer Leistungen enthält drei schwerwiegende Fehler. Erstens geht sie von der Ansicht aus, dass der Preis nichts anderes als Kostenelemente enthalten kann. Die einzige Ausnahme hiervon bildet, allerdings nur für die Klassiker, der Preis der Bodenprodukte, welcher ausser den Kostenelementen im Preise auch der Grundrente Platz macht. Der zweite Fehler liegt in der Auffassung, als ob die Gesellschaft in derselben Weise die Wertschätzung der Güter vollziehen könnte wie das Individuum. Und drittens wird der Fehler begangen, die Verteilung als einen Vorgang zu betrachten, als ob sich die Ertragsgüter, Arbeit, Kapital sowie Grund und Boden selbst,

[1]) Es ist zu beachten, dass Endres 1923 zwei verschiedene Wirtschaftserfolge unterscheidet. Der erste deckt sich mit dem Unternehmergewinn (B_u —B), der zweite bezeichnet die Verzinsung des Waldkapitals. Eine bilanzielle Behandlung wird nicht vorgetragen. Schon König 1835 unterschied die beiden Begriffe.

also Produktionsfaktoren und nicht Personen, an dem Ertrage der Produktion teilen würden.»

Alle diese beachtenswerten Gesichtspunkte, die Heller gegen die alte Zurechnungslehre hervorhebt, sind für die Waldbetriebslehre von Belang, und zwar insbesondere. weil die Waldwirtschaft wegen der Einfachheit des Produktionsprozesses gut als ein Beispiel des Zusammenwirkens der Produktionsfaktoren dienen kann. Was besonders den ersten Punkt anlangt, betonte schon Ricardo, dass die Preise der Bodenprodukte auch Elemente in sich aufnehmen, welche nicht als Erzeugungskosten betrachtet werden. Daraus würde folgen, dass die Kostengrenze der Waldprodukte nur als untere Grenze des Preises gelten kann, keineswegs aber dazu führt, dass der Preis sich nicht über die Kosten steigern kann. Es kann also mit Bestimmtheit ausgesprochen werden, dass eine Verteilungslehre, welche auf der Grundlage der Zurechnung aufgebaut ist und welche den Anteil des Holzvorrates nur mittels eines »modifizierten» forstlichen Zinsfusses bemessen kann, ohne eigentliche reale Bedeutung ist. Abgesehen von dem relativen Waldmonopol der Waldbesitzer in holzarmen Ländern und der Konkurrenz der Waldbesitzer in holzreichen Ländern muss also gerechnet werden mit steigenden oder zeitweise sinkenden loco-Preisen, und dann wird die Zurechnung mehr als kompliziert. Was besonders das Gebiet der Waldbetriebslehre betrifft, muss noch bemerkt werden, dass die alte Zurechnungslehre dort nicht von Bedeutung ist, weil, wie wir schon gesehen haben, in der waldbaulichen Produktion nur der Naturfaktor tätig ist.

Im gesamten Wirtschaftsleben eines Landes kennt die Gesellschaft keinen einheitlichen Wertungsvorgang, wie er sich in der individuellen Bewirtschaftung abspielt. Der Wertbegriff der Forstwissenschaft ist eine Erscheinung der Einzelwirtschaft, und somit ist die waldwirtschaftliche Bewertungslehre ein Teil der Betriebswirtschaftslehre,[1]) nicht der theoretischen Nationalökonomie, so Lehmann, Cassel, Ad. Weber und Heller. In der Verkehrswirtschaft und Gesellschaft setzt er sich in den Preis um, und dabei geht die Einheitlichkeit der Bewertung verloren, welche den Zurechnungsaussichten des Waldbesitzers entspricht. Die Preise der Waldprodukte entstehen am Markt und sind als solche nicht den verschiedenen Produktionsfaktoren (»dem Kapital und dem Boden») zuzurechnen.

Der schwerwiegendste Punkt in der Beweisführung Hellers ist der dritte, welcher der Bodenreinertragstheorie den Boden entzieht:

[1]) Es scheint Krieger 1929 dies ganz übersehen zu haben, wenn er eine Wertlehre ganz verwirft.

Nicht die Produktionsfaktoren Arbeit, Boden und Kapital teilen sich am »Holzertrag» oder dessen »Geldwert», denn sie sind an sich Güter, aber die Verteilung ist ein Vorgang, welcher sich nicht zwischen Sachen, sondern zwischen Personen vollzieht. Die Bodenreinertragstheorie betrachtet die Zinsen des Wertes des Holzvorrats als ebenbürtig mit den bedungenen Zinsen des geliehenen Betriebskapitals, obwohl jene in den Geldbeutel des Waldbesitzers, diese in den des Gläubigers gelangen. Es ist sehr zweckentsprechend, die »Zinsen» des Holzvorrates als das Wesentliche in dem Wirtschaftserfolg zu betrachten, aber sie dürfen nicht von der Waldrente in Abzug gebracht werden, sondern müssen in den Geldbeutel des Waldbesitzers *erwirtschaftet* werden. Was den Anteil des Bodens betrifft, kann man diesen beinahe ausser Betracht lassen, falls man es will, denn der Boden repräsentiert nur einen Kapitalwert, der von dem Wert des Holzvorrates möglichenfalls 8—10-fach übertroffen wird. Im wirklichen Leben lässt sich der Anteil der beiden »Kapitalien» nicht exakt bestimmen, und das ist auch ohne Belang. Die Aufteilung und Zurechnung der Waldrente mag eine »akademische Erörterung» bleiben, moderne Wirtschaftswissenschaft und praktische Waldwirtschaft brauchen sich mit solcher Spekulation nicht zu befassen.

Eine auf das Äusserste getriebene Zurechnungslehre auf der Basis des Kostenprinzips findet nun ihren Ausdruck in der Lehre vom Unternehmergewinn, der von Heyer 1871, S. 20, in die Waldbetriebslehre eingeführt wurde. Weil die Zurechnungslehre im allgemeinen wahrscheinlich ihre Zeit schon gelebt hat, ist zu erwarten, dass die Lehre Heyers vom Unternehmergewinn auch etwas modifiziert worden ist. So verhält es sich in der Tat. Bei der richtigen Erklärung des Unternehmergewinns muss man von dem Unternehmer ausgehen, der zwischen zwei Märkten steht und auf beiden arbeitet. Er organisiert Kapital, Arbeit und Boden zur gemeinsamen Produktion und erhält auf diese Weise durch geschickte Ausnutzung der Märkte einen Extragewinn oder auch -verlust. Dies beruht darauf, dass am Markte der Produkte die Preise sich anders gestalten können als auf dem Produktionsmittelmarkt. Es muss sich ein Unterschied zwischen dem durch den Unternehmer erzielten Erlös für das Produktionsergebnis und den Kosten ergeben, und dieser Unterschied ist eben der Unternehmergewinn.[1]) Man hat versucht, den Unternehmergewinn in Elemente

[1]) In diesem Sinne erklärt Chapman 1926 den forstlichen Unternehmergewinn. Die Erklärung hat nur die Schwäche, dass die Selbstkosten der verkauften Waldprodukte nach dem bisherigen Stand der Wissenschaft nicht mit solcher Genauigkeit zu ermitteln sind, dass sich ein solches Differenzialeinkommen herausrechnen liesse.

zu zerlegen, wenn auch mit etwas schlechtem Erfolg, denn der Unternehmergewinn ist überhaupt kein Preis für eine spezielle Leistung, sondern eine Folge der Preisbildung, ein Ergebnis geschickter Ausnutzung der Marktlagen, »ein globales Einkommen» (Heller 1927, S. 151), welches sich nicht aus etwa sich selbständig bewegenden Elementen zusammensetzt, sondern einheitlich als Unterschied von Verkaufspreis und Kosten entsteht.

Früher spielte der Unternehmergewinn in der theoretischen Nationalökonomie eine grosse Rolle, weil andernfalls das ganze Produkt sich nicht in bestimmte Produktionsfaktoren aufteilen liess. Dies schildert von Kleinwächter etwas spöttisch, aber in sehr zutreffender Weise, wie folgt: »Wie früher bemerkt wurde, entstand der Begriff des Unternehmergewinns an der Hand der Geschäftsbücher des Pächters und des Gewerbetreibenden. Wenn der Mann am Schlusse des Jahres wissen will, ob und wieviel er gewonnen oder verloren hat, so muss er ein Buch führen und muss in dasselbe eintragen, wieviel er an den Grundbesitzer hinauszuzahlen (bzw. für seinen eigenen Grundbesitz zu verrechnen) hat, wieviel die Jahreszinsen des in das Geschäft eingeschlossenen Vermögens (»Kapitals») betragen und wieviel er an Arbeitslohn zu zahlen hat. Bleibt ihm am Schluss des Jahres nach Bestreitung dieser Auslagen ein Überschuss, so bildet dieser seinen Gewinn, seinen »Unternehmergewinn». Dem landwirtschaftlichen Pächter oder dem Gewerbetreibenden ist dieser Begriff ganz geläufig, und ihm erscheint der Unternehmergewinn als etwas Selbstverständliches. — Nicht so einfach war die Sache für die nationalökonomische Theorie. Auf der einen Seite allerdings war »Unternehmergewinn» das erlösende Wort. Die damalige Theorie lehrte bekanntlich, dass der Kapitalzins in allen Fällen der gleiche sei, auf der anderen Seite konnte man sich aber der Wahrnehmung nicht verschliessen, dass das Erträgnis der verschiedenen gewerblichen Unternehmen ein sehr ungleiches ist. Da kam — »wo die Begriffe fehlen, da stellte zur rechten Zeit das Wort sich ein» — das Wort »Unternehmergewinn», und jetzt fiel es den Leuten wie Schuppen von den Augen, jetzt war mit einem Male alles klar. Hatte man zwei Unternehmungen vor sich, von denen die eine 10 Prozent, die andere nur 1 Prozent abwarf, so war es ja so klar, wie zweimal zwei vier ist, dass der Kapitalsertrag in beiden Fällen 5 o. dgl. Prozent beträgt. Im ersten Falle lag eben ein Unternehmergewinn von 5 Prozent, im zweiten Falle ein Unternehmerverlust von 4 Prozent vor, und das Vaterland war gerettet.» Ungefähr auf dieselbe Weise wirkt die Bodenrente in der

Wirtschaftstheorie von Endres als Regulator des Wirtschaftsergebnisses. In finanziellen Umtrieben hat man eine positive Bodenrente, in unökonomischen eine negative; in beiden Fällen verzinst sich der Holzvorrat unbekümmert zu 3 %. Diese Sonderstellung des Holzvorrates ist beachtenswert, aber die heutige Wirtschaftswissenschaft ist nicht geneigt, dies alles ganz so einfach zu nehmen Heute muss man den Begriff des Unternehmergewinns etwas weiter fassen als zu den Zeiten, da diese Lehre in die Forstwissenschaft Eingang fand. Das Einkommen des Grundbesitzers darf nach Heller nicht mehr als einfache Grundrente bezeichnet werden, weil es nach ihm auch Unternehmergewinn im wahrsten Sinne des Wortes ist. Nur die vom Pächter dem Gutzbesitzer bezahlte Grundrente ist, weil bedungen, eine wirkliche Rente; wenn das Gut aber in eigener Regie bewirtschaftet wird, dann ist der Gutzbesitzer den Konjunkturschwankungen ebenso ausgesetzt wie jeder andere Unternehmer.[1])

Die Auffassung Heyers war etwas anders. Er stellte den Boden, der in der Waldwertrechnung in der Regel als feste Grösse angesetzt wurde, während er in der forstlichen Statik als Variable aufzufassen ist, als einen Teil der Erzeugungskosten in Rechnung und *bezeichnete dann den Überschuss der Einnahmen über alle diese Kosten als Unternehmergewinn oder Wirtschaftserfolg.* Martin bemerkt hierzu, dass dieses alles ganz korrekt ist, dass es aber unnötig und nicht erforderlich sei. Er meint, dass man den Bodenwert als Ventil dienen und *alle Wirkungen, die durch die Natur oder durch wirtschaftliche Massnahmen herbeigeführt werden, auf den Bodenwert einwirken lassen kann.* Es ist so bequem, den Holzvorrat nach 3 % sich verzinsen und den Bodenwert positiv oder negativ ganz nach den Umtrieb ausfallen zu lassen. »Der Boden soll in chemisch-physikalischer Hinsicht auf ein Optimum, in ökonomischer Beziehung, nach seinem Wert und Reinertrag, auf ein Maximum gebracht werden. *Die Folgen aller Elemente des Ertrages, die sonst als Unternehmergewinn bezeichnet zu werden pflegen, kommen beim nachhaltigen forstlichen Betriebe in der Höhe der Bodenreinerträge, die erzielt werden, zum Ausdruck.* Daher kann der Unternehmergewinn auch auf die Form B_u—B (Unterschied zwischen dem Bodenerwartungs-

[1]) Hierzu bemerkt jedoch Ad. Weber 1929, dass Heller dabei privatwirtschaftliche und volkswirtschaftliche Gesichtspunkte nicht folgerichtig auseinanderhält. Der Waldbetrieb ist jedenfalls ein privatwirtschaftlicher Betrieb, und man hat darum keine Bedenken, die Hellersche Auffassung zu akzeptieren.

wert und Bodenkostenwert) gebracht werden.» Vgl. Heyer 1871, S. 20, Martin 1926, S. 159.

Dieser Unternehmergewinn kann auch aus dem aussetzenden Betriebe hergeleitet werden, dann müssen aber die Produktionskosten von den Erträgen abgezogen und beide auf denselben Zeitpunkt reduziert werden. Nach den gewöhnlichen Formeln ist der Wert der Erträge

$$\frac{A_u + D_a \; 1{,}0p^{u-a}}{1{,}0p^u - 1}$$ [1]

und der Wert der Produktionskosten $B + V + C_u$. Der Überschuss der Erträge über die Produktionskosten ist dann gleich B_e—B (=Bodenerwartungswert minus Bodenkostenwert), und also führt diese Formel zu dem allgemeinen Grundsatz, dass durch die Bewirtschaftung ein möglichst hoher Bodenertragswert erzielt werden soll.

In dieser Darstellung betrachtet Martin also den Bodenwert als kapitalisierten Bodenreinertrag und als Ausdruck des Wirtschaftserfolges (nach Endres) der Waldwirtschaft. Diese Auffassung ist nicht stichhaltig und ein deutliches Beispiel für die Anwendung falscher nationalökonomischer Theorien auf den Waldbetrieb. Es bedarf keiner Beweise, dass sowohl der Holzvorratszins als die Bodenrente derselben Person, dem Waldbesitzer, zufallen und dass somit in dieser Hinsicht kein Grund vorliegt, die Waldrente in einzelne Teile aufzuteilen, die Einkommensverteilung spielt sich zwischen Personen, nicht zwischen Sachen ab.[2]. Noch ganz vor kurzen hat Riebel in der C. f. d. F. 1927, S. 381—82, Hausendorfs Abhandlung »Der Erfolg des forstlichen Betriebsunternehmens», Berlin 1927, rezensiert und bemerkt: »Als sehr gewagt und unzutreffend erscheint uns die Behauptung, dass der Unternehmergewinn in der Forstwirtschaft in dem Waldreinertrage oder der Waldrente zum Ausdruck gelange, denn ein Überfluss der jährlichen Einnahmen über die Ausgaben ist noch lange kein Unternehmergewinn, weil dabei unbedingt die Zinsen der Produktionskapitalien Boden und Holzvorrat in Anschlag gebracht werden müssen. Sehr zutreffend scheint uns die Forderung, dass die Wirtschaftslehren unbedingt wissenschaftlich

[1]) In dieser Formel bezeichnet Au den Haubarkeitsertrag, D_a die Durchforstungen im Jahre a, B+V+Cu das Boden-, Verwaltungs- und Kulturkostenkapital.

[2]) Es sei noch einmal betont, dass sowohl der Holzvorrat als der Boden sachliche Kosten der Produktion sind, aber sie gehören derselben Produktionsmittelkategorie an, dem Naturfaktor.

richtig sein müssen, doch scheint uns dies in der vorliegenden Beweisführung nicht immer zuzutreffen.» Hier irrt Riebel teilweise, dagegen hat Hausendorf in vorzüglicher Weise den wahren Wirtschaftserfolg der Waldwirtschaft ganz richtig geschildert. Riebel rechnet den Wert des Bodens und der Holzvorräte zu den fremden Leihkapitalien, wie der Pächter, der für diese Pacht und Leihzins bezahlt. Beide sind gewiss Kosten, aber dauernde Sachkosten, deren Vergütung gerade die Aufgabe der Waldwirtschaft ist; die Waldrente muss erwirtschaftet werden. Es kann also behauptet werden, dass Riebel das Wirtschaftsproblem der Bewirtschaftung der Wälder nach dem Kostenprinzip zu lösen versucht, wenn gerade diese Grundlagen auch schon von der Erkenntnistheorie nicht so einfach befunden sind, m. a. W. operiert Riebel mit Begriffen, die nicht korrekt und ganz zeitgemäss sind. Es ist aber auch ganz ersichtlich. dass Hausendorf die Verzinsung des Waldkapitals nicht gebührend berücksichtigt hat.

Der Erfolgsbegriff der Betriebswirtschaftslehre der Handels- und Industrieunternehmungen ist stets eine Differenzgrösse entweder zwischen dynamischen Umsatzgrössen oder statischen Kapitalgrössen, dagegen ist der Ertrag des Waldkapitals ein Unterbegriff des Rentenbegriffs in der Waldbetriebslehre. Als Rentenfonds alias »Kapital» wurde bezeichnet die Gesamtheit oder der Inbegriff aller Werte, in welchen die den Umsatz verursachenden sachlichen Kräfte der Waldwirtschaft verkörpert sind.[1]) Fasst man das Erwerbsvermögen der Waldwirtschaft als Ganzes ins Auge, so zeigt sich sofort, dass man es in Wirklichkeit stets mindestens in zweierlei Hinsicht betrachten muss, und zwar einerseits hinsichtlich seiner finanzwirtschaftlichen Beschaffung und anderseits hinsichtlich seiner produktionswirtschaftlichen Verwendung. In Anlehnung an diese Begriffe können wir mit Lehmann 1928, S. 151—159, einen *Betriebserfolg* und einen *Finanzerfolg* des Waldbetriebs unterscheiden. Nimmt man den Regelfall einer betriebswirtschaftlichen »Waldwirtschaft», so bezeichnet der Betriebserfolg den Ertrag des gesamten von der Unternehmung produktiv angelegten Rentenfonds oder Kapitals.

In der Forstwissenschaft hat dagegen der Ertrag des Eigenkapitals des »Unternehmers» keine solche Rolle gespielt, dass sie uns berechtigte, die Theorie des Finanzerfolges auszuarbeiten. Gerade in den

1) Pazourek gebraucht das Wort »Erwerbsvermögen», welches auch zweckmässig erscheint.

grössten und massgebendsten Waldbetrieben, den Staatsforstverwaltungen, können wir wegen mangelnder finanzieller Organisation überhaupt keinen Finanzerfolg berechnen, und darum spielt in dieser Wirtschaftsbranche auch die Rentabilität keine bedeutende Rolle. *Der Erfolg des Waldbetriebs wird ganz allgemein nur als Betriebserfolg betrachtet, vom Standpunkt also des schuldenfreien Waldbesitzers,* und als rechtliche Organisation wird gewöhnlich Einzelunternehmung (auch Staatsbetrieb) vorausgesetzt. Nach dieser gerechtfertigten Vereinfachung ist der Erfolg des Waldbetriebs ziemlich leicht zu berechnen, und in seiner oft zitierten Abhandlung »Die forstliche Erwerbswirtschaft» macht auch Eberbach 1927 dieselben Voraussetzungen, indem er sagt: »Vom Standpunkt der folgenden Betrachtung aus ist es notwendig, einen Unterschied zu machen zwischen »Erwerbswirtschaft» und »wirtschaftlichem Unternehmen». Einen forstlichen Nachhaltsbetrieb, der auf die Erzielung eines regelmässigen Gewinns eingestellt ist, wird man unter gewissen Voraussetzungen mit gutem Grund eine »Erwerbswirtschaft», aber noch keineswegs ein »wirtschaftliches Unternehmen» nennen dürfen. Es kann auch nicht geleugnet werden, dass die geordneten Nachhaltsbetriebe kein eigentliches Bild eines Unternehmens darstellen, wo alle Produktionsfaktoren zwecks möglichst grosser spekulativer Gewinne in der Hand eines Unternehmers verbunden sind. Der Erfolg der Waldwirtschaft im Sinne der Waldwirtschaftslehre ist ganz einfach der Preis für die Waldbenutzung, also für die Walddisposition, wenn auch die Grösse dieses »Kapitals» für die Betriebsrechnungslegung nicht exakt angegeben werden kann. *Jedenfalls ist die Waldrente der Preis für sämtliche in der Waldwirtschaft produktiv angelegten und gebrauchten Kräfte, mag es nun sein als Holzvorrat oder als Waldboden. Eine spezielle Zurechnung ist hier nicht vonnöten.»*[1])

Die Heyersche Lehre vom Unternehmergewinn in der Waldwirtschaft beruht auf missverstandenen nationalökonomischen Lehren und darauf, dass in der Landwirtschaft im Pachtbetrieb ein sog. Unter-

---

[1]) Ganz in demselben Sinne schreibt auch Thomas 1927, S. 243: »The term »Rent» as used by economists is applied to the payment which is made for the use of the primary factor in all production — land as natural resources including any capital, which may have been so sunk in the soil as to obey the economic laws concerning land and to be no longer distinguishable as capital. From another point of view, Rent may be defined as the income which accrues from the ownership of land and of other free gifts of nature.» So werden auch die Kulturkosten zu dem gemeinsamen Walderwerbsvermögen gerechnet, und es sind solche Kosten nicht als Geld auf der Kontokorrentrechnung in der Bank zu betrachten. — Vom Verfasser gesperrt.

nehmergewinn tatsächlich berechnet werden kann. In dem Waldbetrieb ist die Sache etwas anders, und es muss als eine Ausnahme bezeichnet werden, falls ein grösserer Wald für waldwirtschaftliche Zwecke verpachtet wird. Wenn man Holz bekommen will, kann man es überall kaufen, und fast immer findet sich ein Wirtschaftswald in der Hand des Waldbesitzers selbst, wo jeglicher Grund zu einer Berechnung eines speziellen Unternehmergewinns wegfällt. In der Wirklichkeit scheint man nicht immer so nach dem Unternehmergewinn zu rechnen, wie die meisten Nationalökonomen glauben. Wenn man einmal dauernde Anlagen, wie einen Wald, kauft, muss man sich auch mit der erwirtschafteten Jahresrente begnügen und die Geldüberschüsse einfach so nehmen, wie sie sind. Es ist vonnöten zu untersuchen, wie sich der Reinertrag in der Landwirtschaft gestaltet, weil die landwirtschaftliche Betriebslehre durch neuere Untersuchungen von Aereboe, Brinkman und Wölfer u. a. sehr gut ausgebildet ist und weil die Waldwirtschaft auch zu den Landgutswirtschaften im Sinne Aereboes gehört. Auf die Mangelhaftigkeit des Kostenprinzips in der Waldwirtschaft weist näher hin Verfasser, in »Beitrag» 1929.

Gewöhnlich wird als Reinertrag der Zinsertrag eines fixen Kapitals, nicht aber von Arbeit bezeichnet. Dies bedeutet, dass man die eigene Arbeit des Landwirts auch als Wirtschaftskosten berechnen muss, damit der Reinertrag richtig bestimmt werden kann. In grossen Waldbetrieben fällt auch dieser streitige Punkt weg, denn meistenteils gibt es in grösseren Verwaltungen ein hinreichendes Personal, dessen Gehälter schon in der Betriebsrechnung mitgerechnet sind. Am Jahresschluss liefert der Forstverwalter den baren Geldertrag ab. Dieser bildet den wesentlichen Teil des Reinerfolgs des Waldbetriebes, denn die Waldwirtschaft arbeitet in noch grösserem Masse als die eigentliche Landwirtschaft für den Markt. Unter den Wirtschaftseinnahmen stehen an erster Stelle der *Erlös des im Lauf des Jahres verkauften Holzes* und eventuelle Einnahmen für Grasbenutzung, Jagd usw. Sie gehen alle durch das Kassenbuch, und der Forstverwalter muss Belege aufweisen. So ist es auch mit den *Wirtschaftskosten:* Rüsterkosten, Gehältern der Beamten, Steuern, Lasten, Kulturkosten usw. Drittens kommt in Rechnung noch der *Haushaltsverbrauch,* der mitberücksichtigt werden muss. Über alle diese Umstände berichten in vorzüglicher Weise z. B. Ostwald 1915, 1927, Hausendorf 1927, Stengel 1921 und Eberbach 1927, so dass es nicht nötig ist, hier auf die forstliche Erfolgsrechnung näher einzugehen. Alle

diese Autoren heben einstimmig hervor, *dass der Reinerfolg aus den Urkunden bestimmt werden soll, welche sich aus einer kaufmännischen Rechnungsablegung ergeben.* Besonders einhellig betonen sie auch, dass gutachtliche Kalkulationen den Reinertrag nicht bestimmen können, wohl kann aber durch Kalkulationen über die Verzinsung des Waldkapitals die einträglichste Hiebszeit festgestellt werden. Diese Kalkulation untersucht Riebel, dagegen beachtet Hausendorf die bilanzmässige Waldrente, also gauz verschiedene Dinge. Immer mehr dringt eine solche Auffassung auch in die Waldbetriebslehre ein, *dass die Waldrente ein Besitzeinkommen ist und dass es sich darum eigentlich nicht lohnt, diese wirtschaftlich bestimmte Grösse noch weiter gutachtlich aufzuteilen.* Damit erscheint es in der Waldbetriebslehre unzweckmässig, die faktisch erwirtschaftete Waldrente noch in Holzvorratszinsen und Bodenrente zu zerlegen.

6. Die dynamische Wirtschaftsauffassung.

Eine der neuesten Errungenschaften der Wirtschaftswissenschaft ist der Gegensatz zwischen dynamischer und statischer Denkweise. Sie wird sowohl in der Nationalökonomie wie in der Betriebswirtschaftslehre angewendet, aber ihre Bedeutung und ihr Inhalt sind noch keineswegs festgestellt. Die Worte Statik und Dynamik sind neue Schlagworte, die einem fremden Wissensgebiet, der Mechanik, entnommen wurden[1]). Doch scheint es, als sei damit mehr Wirrwarr angerichtet als Klarheit vermittelt worden, denn neuestens konnte Streller 1926 in seiner Arbeit »Statik und Dynamik in der theoretischen Nationalökonomie» nicht weniger als acht verschiedene Ansichten in der Literatur allein über die Frage aufstellen, auf welche Weise die Statik durch die Dynamik ergänzt wird; »es sind aber noch viel mehr solche Ergänzungen denkbar», fügt er hinzu. Gleichbedeutend spricht Cassel von stationärer und fortschreitender Wirtschaft, andere von theoretischer und praktischer Volkswirtschaftslehre. Schumpeter dagegen versteht unter Dynamik eine Theorie der Wirtschaftsentwicklung. Wenn also zugegeben wird, dass mit Dynamik in der Hauptsache die Bewegung im Wesen des Marktes gemeint wird, kann auch nicht geleugnet werden, dass der Begriff der Dynamik in der Nationalökonomie ein wenig »in ein gewisses mystisches Dunkel verhüllt»

[1]) Nach Schumpeter 1914, S. 67, wurden die Ausdrücke sowie die Durchführung der äusseren Scheidung von John St. Mill. in die Ökonomie gebracht, dieser hat die ersteren aus Comte.

geblieben ist. Über den Begriff der Dynamik in der Nationalökonomie ist bei dem heutigen Stand der Wissenschaft nichts ganz Bestimmtes auszusagen, und darum kann dieser nationalökonomische Begriff in der Waldwirtschaftslehre nur mutatis mutandis bewertet werden, und auch dies nur in Anlehnung an die bekannten Werke von von Wieser 1914 und Liefmann 1917.

Anders ist es in der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre, deren Auffassung innerhalb gewisser Grenzen auch in der Betriebslehre der Landgutswirtschaften angewendet werden kann. In allen denjenigen Betrieben, wo mit grossen Anlagen und vor allem dauernder Betriebseinrichtung gearbeitet wird, dringt heute mehr und mehr die dynamische Bilanz und Wirtschaftsauffassung durch. Wenn man beachtet, dass der Waldbetrieb den Typus solcher Betriebe in beinahe jeder Hinsicht bildet, ist auch zu erwarten, dass hier diese neue Wirtschaftstheorie, gestützt auf betriebswirtschaftlich unanfechtbare Betriebsrechnungen und Bilanzen, ein dankbares Wirkungsfeld finden kann. In der Tat ist die Betriebstheorie von Wagener und Ostwald von durchaus dynamischen und bilanziellen Gedanken durchdrungen, und dies erklärt, warum gerade in neuester Zeit, wo die Dauerwaldschule soviel Anerkennung gefunden hat, im Anschluss an die Arbeiten Ostwalds ein erneutes Interesse für »forstliches Bilanzieren» entstanden ist. Dies ist um so mehr zu beachten, als die Dauerwaldschule die wirtschaftlichen Werte und die Benutzung des Waldkapitals bilanziell nicht erfassen kann, wie Eberbachs eigene Darstellung in seiner »Forstlichen Erwerbswirtschaft» vom Jahre 1927 einleuchtend zeigt. Schon dies beweist die Begrenztheit der Dauerwaldtheorie eben als einer »Erwerbstheorie der Waldwirtschaft», wenn auch zugegeben werden muss, dass in gedachten Fällen ihr Ziel sich dem der dynamischen Wirtschaftstheorie nähern kann. Welches ist nun das ökonomische Ziel nach der dynamischen Wirtschaftstheorie im allgemeinen und im Waldbetrieb im besonderen nach den bisherigen Untersuchungen der nationalökonomischen sowie betriebswirtschaftlichen Forscher?

Die dynamische Wirtschaftsauffassung gründet sich auf den Begriff *dynamische Bilanz*, welcher von Schmalenbach, ordentlichem Professor der Betriebswirtschaftslehre an der Universität Köln, geprägt worden ist. Die Idee wurde von ihm zuerst in einem kleinen Aufsatz »Theorie der Erfolgs-Bilanz» im Jahre 1916 begründet, dann weitergeführt in einem Aufsatz »Grundlagen dynamischer Bilanzlehre» im Jahre 1919, der als Sonderdruck erschien, später in neuen

Auflagen als selbständige Arbeit herausgegeben wurde. Inhaltlich besagt diese Bilanz, dass sie »Gewinnermittelungs- oder Erfolgs-Bilanz» ist und nur diesen Zweck kennt. Schon früher waren Gedanken in dieser Richtung nur von einigen Juristen und im Steuerrecht vertreten worden, so von Scheffler 1879, Simon 1886, Wilmowsky 1896 und zuletzt von Fischer mit besonderem Nachdruck, zuerst 1905. Der Name dynamisch wurde nur gewählt, um zum Ausdruck zu bringen, dass es sich hier mehr um »ein Kräftespiel positiver oder negativer Art» handelt, und dass der Zweck nicht in der Darstellung des Vermögens und Kapitals in der Form einer Vermögensbilanz liegt.

Diese Schule will keineswegs leugnen, dass es in Wirtschaftsbetrieben, besonders in den Handels- und Industrieunternehmungen, die mit einer Geldsumme begründet werden, und namentlich in den Aktiengesellschaften notwendig ist, auch eine Vermögensbilanz aufzustellen; der Zweck der dynamischen Bilanz ist, in Betrieben mit überwiegendem Anlagekapital das Verständnis für die Wirtschaftlichkeit zu vertiefen, besonders weil das grosse Anlagevermögen zwecks Erfolgsermittlung nicht immer wieder neu bewertet werden kann wie in einer Handelsunternehmung oder im Bankbetriebe, wo das Vermögen beinahe nur in Geld oder Wertpapieren verschiedener Art besteht. »Bilanzieren nach dynamischer Art bedeutet, dass in der Bilanz die Gewinnrechnung die Vorhand hat; dass mithin überall dort, wo dieser Zweck mit anderen Zwecken im Weltverb steht, die anderen Zwecke die Gewinnrechnung nicht gefährden dürfen» (Schmalenbach 1925, S. 285). Diese Auffassung wird auch überall in der Literatur über diese Bilanzauffassung bestätigt, vgl. ausser der Arbeit von Schmalenbach noch Walb: »Zur Theorie der Erfolgsrechnung», Z. f. h. F. 1923, S. 416 ff. und 428 ff., und weiter: »Die Bilanz als Mittel der Erfolgsrechnung», Z. f. B. Jhg. 1924, S. 34 ff., und derselbe »Zur Frage des Bilanzbegriffs», Z. f. B. Jhg. 1925 sowie Mahlberg 1922.

Nach dynamischer Auffassung ist der Gewinn ein Massstab der Wirtschaftlichkeit eines Betriebes, ja er ist sogar *der Massstab*. Das bedeutet, dass, je grösser die Gewinne sind, um so wirtschaftlicher der Betrieb ist. Dies ist natürlich nicht so aufzufassen, als ob der Gewinn des einzelnen Jahres etwas über die Wirtschaftlichkeit einer Unternehmung aussagen könnte, sondern so, dass die Tendenz der Gewinnermittlung gewissermassen »als Barometer einen Massstab dafür abgebe, ob die Wirtschaftlichkeit im ganzen und in der Entwicklung

geschen, steige oder falle» (S c h m a l t z 1926, S. 1334). Zu diesem Zweck wurde von S c h m a l e n b a c h der *Zeitvergleich* und der *Betriebsvergleich* eingeführt, der erste ein Vergleich zwischen den Gewinnen verschiedener Perioden, der zweite ein Vergleich zwischen zwei oder mehreren Betrieben, die in gleichen wirtschaftlichen Verhältnissen oder in gleicher Lage arbeiten. Diese Massnahmen sind von Seiten der Praxis schon lange entsprechend gewürdigt.

Aus dem Zweck der dynamischen Bilanz, den Gewinn zu errechnen, der der Massstab der Wirtschaftlichkeit ist, ergibt sich die Notwendigkeit, diese Grösse so zu bestimmen, dass sie nach dieser Wirtschaftstheorie dieser Aufgabe soweit als möglich gerecht wird. Dies geschieht zunächst unter Aufstellung der Begriffe des *Periodengewinns* und des *Totalgewinns.* Diese Unterscheidung ist für die Waldbetriebslehre von grösster Bedeutung, denn sie führt tief in die Eigenart des Waldbetriebes hinein. Die alte Bodenreinertragstheorie betrachtete immer nur den Totalgewinn. Einerseits berechnete man die Kosten prolongiert, andererseits hatte man den Abtriebsertrag vergrössert durch die Durchforstungserträge. Der Unterschied machte den Wirtschaftserfolg aus, der dann dem Bodenwert entsprach, der als Unternehmergewinn aufzufassen sei. Die ganze Bestandeserziehung war nur ein Geschäft für sich, das mit dem Abtrieb des Bestandes abgeschlossen wurde. Somit gelangte man zu einem Totalgewinn in dem Waldbetriebe.[1]) Es wurde schon früher gezeigt, dass diese Auffassung gegen die waldwirtschaftliche Auffassung der Waldwirte stritt und dass die Praxis diese Auffassung beinahe einstimmig abgelehnt hat. Der Begriff des Totalgewinns ist in der Waldbetriebslehre nicht am Platze, und er wurde von S c h m a l e n b a c h auch darum konstruiert, um nur desto besser die Vorzüge des Periodengewinns zu beweisen. Schon von altersher hat man in der Waldwirtschaft die Holzvorräte und den ganzen Betrieb periodisch revidiert, auch der Abgabesatz oder der Etat wurde für eine bestimmte Periode, bald ein Jahr, bald fünf, zehn oder zwanzig Jahre festgesetzt. *So ist die Waldwirtschaft eigentlich von selbst eine wirtschaftliche Tätigkeit von Periode zu Periode geworden, und es hätte keinen Sinn, den Totalgewinn z. B. der Staatswaldwirtschaften, als eines dauernden Betriebs, zu bestimmen.* Die Waldwirtschaft geht somit zu der anderen Äusserlichkeit. Wenn im Handelsbetrieb der Totalgewinn auch jedes Jahr bestimmt werden kann, beschränkt sich diese Tätigkeit in dem Waldbetrieb nur auf eine gewisse

[1]) Dem entsprach auch der Begriff der »Bestandeswirtschaft».

Periode, und zu diesem Zweck ist es nicht notwendig, das Kapital neu zu bestimmen oder das Grundvermögen neu zu bewerten. Es muss nur kontrolliert werden, dass nicht ein Teil mit den Betriebseinnahmen oder Ausgaben verschwindet. Der Periodengewinn ist somit ein Teil des idealen, gedachten Totalgewinns und daher der Erfolg eines bestimmten Zeitabschnitts. Für den Periodengewinn ist die Abgrenzung der Einnahmen und Ausgaben nur für diese Periode schwierig, nicht alle Bewegungen sind beim Periodenwechsel abgeschlossen, sondern teilweise harren sie noch der Auslösung, die erst in zukünftigen Perioden vor sich geht. Somit ist auch für die einzelne Periode der Gewinn der Überschuss der Erträge über die Kosten, aber unter Berücksichtigung der entsprechenden Einnahmen und Ausgaben, die zeitlich nicht immer zusammenfallen und nach dynamischer Auffassung durch die Bilanz aufgehoben und ausgeglichen werden müssen, was Le Coutre veranlasst hat, vom transitorischen Charakter der dynamischen Bilanz zu sprechen.

Ein gutes Beispiel dieser Auffassung bietet die Behandlung der »Kulturkosten», die in der Theorie des Waldbetriebs eine ungemein wichtige Rolle gespielt haben. Die dynamische Bilanz lehrt, dass die Kulturkosten von zweifacher Art sind. Erstens haben wir die Kosten für die Kultivierung des nackten Bodens. Der nackte Boden ist noch kein Wald, er muss erst durch Kultur in einen Wald übergeführt werden. Diese Kosten betreffen nicht diese Periode, denn sie werden erst später ausgelöst. Sie sind mit anderen Worten *Anlagekosten des Waldbetriebs*, und weil der geordnete Waldbetrieb ein nachhaltiger ist, werden diese Kosten in Ewigkeit gebunden. Sie dürfen in einer Vermögensbilanz unter den Aktiven angeführt werden, und der erwirtschaftete Reinertrag soll die Vergütung dieses Aufwandes vorstellen. Hätte man es nun mit Waldschlächterei zu tun, so wären keine weiteren Ausgaben für die Wiederverjüngung zu verausgaben, weil aber geordnete Waldwirtschaft nachhaltig ist, muss in der Periode, in welcher der Bestand abgetrieben wird, auch für die Herstellung (Restauration) des Bestandes gesorgt werden. Diese Kosten sind indes nur *gewöhnliche Betriebskosten* der Periode, denn sie sind schon einmal bei der Begründung des Waldes verausgabt worden. Es liegt daher kein Grund vor, sie anders als gewöhnliche Betriebskosten zu behandeln. In der Tat sind mithin diese beiden Kulturkosten grundverschiedene wirtschaftliche Dinge und müssen verschieden behandelt werden. Die Anlagekosten bei Kultivierung einer nackten Fläche kommen somit bei der Bestimmung der Periodengewinne gar nicht in Betracht. dagegen

müssen die Wiederverjüngungskosten als Ganzes von den Einkommen des Jahres in Abzug gebracht werden. Wenn es sich um eine Entwässerungsanlage handelt, die 35 Jahre in Wirksamkeit ist, muss sie in 35 Jahren abgeschrieben werden, und die jährlichen Abschreibungen werden auch jährlich mit den Reparationen in Abzug gebracht. In derselben Weise werden auch Samendarren und Sägewerke behandelt, wenn es auch im übrigen besser ist, für diese Einrichtungen eine eigene Buchführung anzuordnen. Für den Bestandesvorrat braucht man dagegen keine Abschreibungen anzugeben.

Im Jahre 1913 wurde in Schweden ein Ausschuss gebildet für die Modernisicrung der Buchführung und Betriebsführung der Staatsforstverwaltung (»Domänverket»). Zum Mitglied dieses Ausschusses wurde u.a. Sillén, Professor der Betriebswirtschaftslehre an der Handelshochschule in Stockholm, berufen, und unter seiner Mitwirkung wurde im Jahre 1921 ein Gutachten unter dem Titel »Domänverkets Bokföring» publiziert. Dort werden S. 34—41 die Einnahmen, Ausgaben und Überschüsse der Staatsforstverwaltungen klar behandelt. Besonders die Einteilung der Ausgaben in:

1. Betriebskosten, welche das Wirtschaftsjahr betreffen;
2. einmalige Kosten, welche eine längere Zeit betreffen, und
3. Kosten für Zuschusskapital

ist bemerkenswert.

In diesem Gutachten wird besonderes Gewicht darauf gelegt, dass die Kosten und Einnahmen auf die richtigen Perioden verrechnet werden. Als einmalige oder Kapitalkosten werden genannt:

1. Einkauf von Wald,
2. neue Waldkulturen,
3. Entwässerungen,
4. neue Gebäude,
5. Wegbauten und
6. neue Inventarien.

Es ist leicht zu erkennen, dass diese Art der Rechnungslegung durch und durch dynamisch ist. In dieser Hinsicht sind die alten Betriebsrechnungen der Staatsforstverwaltungen meistens mit grossen Fehlern behaftet und deswegen weniger tauglich für betriebswirtschaftliche Auslegung. Es kann nur behauptet werden, dass man heute auch in der Waldwirtschaft zwischen Anlagekosten (Kapitalkosten) und Betriebskosten unterscheidet und dass also eine dynamische Betrachtungs-

weise schon allgemeine Anwendung findet. Auch die Bildung von verwaltungstechnischen Geschäftsfonds passt in die Natur der neuen Bilanzen, und es wurde z. B. in Schweden ausser einem Waldkulturfonds, in welchen jedes Jahr ein bestimmtes Prozent von den Abtriebserträgen überführt wird, ein gesamter Geschäftsfonds für die Staatsforstverwaltung gebildet.

Praktisch sieht eine dynamische Bilanz genau so aus wie eine andere Betriebsrechnung, sie enthält Bestände an Vermögen und Bestände an Kapital, die einander gegenübergestellt werden. Aber sie ermittelt den Gewinn ohne Gewinn- und Verlustkonto, da sie selbst den Anspruch erhebt, *in Form einer Ausgaben- und Einnahmenrechnung Aufwands- und Ertragsrechnung zu sein. Den Gewinn oder Reinüberschuss stellt sie durch Saldierung fest, er ist mit dem Saldo der Bilanzbestände identisch.*

Schmalenbach hat sich auch mit waldwirtschaftlicher Betriebsrechnung beschäftigt und sagt von dieser: »Das Problem, das das forstwirtschaftliche Rechnungswesen beherrscht, steht in einem gewissen Gegensatz zu dem Problem in der kaufmännischen Rechnungsführung. In der kaufmännischen Rechnungsführung handelt es sich vorwiegend darum, vorausgeleistete Ausgaben in der richtigen Weise periodenweise zu verteilen und vorausverbrauchte Beträge rechtzeitig, d. h. in der Aufwandsperiode, zu erfassen. In dem forstwirtschaftlichen Rechnungswesen dagegen handelt es sich um diese Dinge nur nebenher. Das Hauptproblem besteht darin, nicht den Aufwand, sondern die *Leistung* bzw. den Ertrag periodenweise richtig zu ergreifen. Und da der Ertrag des forstwirtschaftlichen Betriebes in einem fortgesetzten Zuwachs an Holz besteht, spitzt sich das Problem auf die Frage zu, auf welche Weise der Holzzuwachs hinsichtlich der Menge und des Wertes am besten verrechnet wird» (S. 53).

Auch zu einigen anderen strittigen Punkten der Waldbetriebslehre nimmt Schmalenbach in seiner dynamischen Wirtschaftstheorie Stellung. Es wurde schon gezeigt, dass die Bodenreinertragstheorie jeden Bestand als ein einzelnes Unternehmen betrachtet, dagegen schreibt Schmalenbach: »Man kann in einem kaufmännischen Unternehmen nicht ein Grundstück bewerten, wie es auf dem Grundstücksmarkte feil wäre, falls man auf dieses Grundstück eine Fabrik gebaut hat; das ist eine unsinnige Vorstellungsweise; und man kann einen Forst, in dem jeder Schlag mit dem anderen untrennbar verbunden ist und bei dem das Ganze ein Wirtschaftsganzes darstellt, nicht behandeln, wie wenn es sich um eine Serie von Einzelwäldern handelte. Es scheint im forstwirtschaftlichen Rechnungswesen genau so zu

sein, wie bei uns. Das Gebiet muss gesäubert werden von erkünstelten und unwissenschaftlichen Vorstellungen» (S. 54). Vgl. in dieser Richtung auch Hausendorf: »Der Erfolg des forstlichen Betriebsunternehmens», 1926.

Die dynamische Wirtschaftsauffassung nähert sich der Dauerwaldschule besonders in diesem Punkte, sie betrachten beide den Wald als ein einheitliches Ganzes, in welchem die einzelnen Bestände bestenfalls sich biologisch und wirtschaftlich charakterisieren lassen, aber dessenungeachtet ein Glied in der Wirtschaftsführung des Waldbesitzers zwecks besserer Einkommenserzielung bilden. Die Zeit der Hiebsreife bezeichnete in der Bodenreinertragstheorie den Abschluss eines »Bestandesunternehmens», in der dynamischen Schule bezeichnet sie den Zeitpunkt für die Abstossung einzelner Bäume eines Waldes, sie mögen denn eine zerstreut verteilte Dimensionsklasse oder einen geschlossenen Bestand bilden. Der Unterschied gegen die Bodenreinertragstheorie ist ein grundwesentlicher.

Eine dynamische Auffassung von dem Waldbetrieb lässt unter anderen auch der hervorragende Nationalökonom Liefmann erkennen, welcher sich um den Aufbau einer allgemeinen Wirtschaftstheorie sehr verdient gemacht hat, sowie von Wieser in seiner allgemeinen gesellschaftlichen Wirtschaftstheorie. Durch Spiegel 1926 sind Liefmanns Grundgedanken schon in die Forstwissenschaft eingeführt worden, doch scheint es geboten, auf die dynamischen Gesichtspunkte seines Systemes noch einmal einzugehen. Auch müssen wir bei von Wiesers Wirtschaftstheorie etwas verweilen.

Schon früher ist hervorgehoben worden, dass die Wertzurechnung in der älteren Nationalökonomie eine sehr grosse Rolle gespielt hat, und darum wurde auch in der Forstwissenschaft eine ganze Lehre, die Waldwertrechnung, entwickelt, um den nötigen Apparat für die Zurechnung der verschiedenen »Produktionsfaktoren» vorzulegen. Es wurde auch schon bemerkt, dass diese Versuche nicht ganz erfolgreich gewesen sind, denn das Einkommen des Waldbesitzers stammt von den Zahlungen der Käufer, wobei verschiedene wirtschaftliche und Machtmomente mitwirken. Keinesfalls ist dieses Einkommen oder dieser Reinertrag ein Produkt des Waldes oder des Bodens, der Holzertrag ist an sich ein technischer Begriff, welcher z. B. die Massenproduktion bezeichnet. Zweitens wurde auch bemerkt, dass es nach Liefmann unmöglich ist, eine bestimmte Ertrags- oder Gewinnquote festzustellen, welche einem zusammenwirkenden Faktor zugerechnet werden könnte. Es sei also nicht möglich, den Ertragswert des land-

wirtschaftlichen Bodens isoliert festzustellen, sondern nur den des ganzen landwirtschaftlichen Gutes.

Von besonders grosser Bedeutung ist die Vorstellung des Ertragswertes in der Forstwissenschaft und der Waldwirtschaft. Diesen Ertragswert behandelt eingehend Liefmann z. B. in seinen »Grundsätzen der Volkswirtschaftslehre» 1917, Bd. I, S. 610—618, sowie in seinen Aufsätzen »Volks-, Privat- und Forstwirtschaftslehre», Z. f. F. u. J. 1925, S. 164, und »Nationalökonomie und Waldwertrechnung», A. F. u. J., S. 246. Diese Ausführungen sind in den letzten Jahren beachtet geworden und haben in der Forstwissenschaft eine Bahn für dynamische Denkweise gebrochen. Die Hauptgedanken betreffs der ökonomischen Ziele gruppieren sich um den Ertragswert des Waldes. Liefmann findet es sehr sonderbar, dass von dem Gesamtwert des Waldes 20 % als Bodenwert und 80 % als Holzwert zu betrachten seien, während nach anderen beide mit 50 % beteiligt sein sollen, »wie das Kind dem Vater und der Mutter zu gleichen Rechten gehöre.» Es sind nach ihm über die Willkürlichkeit beider Ansichten keine weiteren Worte zu verlieren. Man kann überhaupt nur für ganze Unternehmungen einen Ertrag und einen Ertragswert feststellen, für ein einzelnes Gut nur dann, wenn dieses selbst allein zum Gegenstand eines Tausches gemacht wird. Es ist nochmals nach Liefmann und der dynamischen Schule von vornherein unmöglich, einen speziellen Wert des Waldbodens festzustellen, wenn man von dem Ertrag und Ertragswert ausgeht. Nur beide Werte zusammen können vom Ertrage bewertet werden.

Er erwähnt weiter, dass es früher eine Richtung gab, welche den Ertrag im Sinne grösster Produktenmenge betrachtete, aber er erklärt, dass eine Wirtschaftstheorie nur Tauschvorgänge und nicht technische Betrachtungen behandle, und darum scheide diese Richtung aus. Dagegen kann seiner Ansicht nach kaum mehr bestritten werden, »dass ein dauernder grösster Geldreinertrag Ziel der Waldwirtschaft wie aller anderen Erwerbswirtschaften ist. Was aber als Geldreinertrag anzusehen, bzw. was als Kosten von dem Geldrohertrage abzuziehen ist, das ist auch in der Forstwirtschaft, wie bei allen Unternehmungen, die mit stehendem Kapital arbeiten, sehr streitig. Daher ist auch die Feststellung eines Ertragswertes des Waldes immer ziemlich unsicher» (S. 612). Dies bedeutet vor allem, dass es sehr schwer ist, den Ertragswert des Waldkapitals im Sinne eines Vermögensnachweises zu bestimmen. Wenn ein solcher Ertragswert für einen Wald berechnet wird, ist er nur als ein Kontroll- oder Kalkulationswert zu betrachten,

welcher keinen »absoluten Wert» darstellt, sondern nur bestimmten Zwecken der Wirtschaftsführung dienen kann. Besonders schwer zu behandeln ist der Zuwachs des Bestandes, welcher bis in hohes Alter andauern kann. Der natürliche Zuwachs des Bestandes führt also zur Wertsvermehrung, aber dem höheren Preis für ältere Stämme muss dabei die längere Wartezeit, der Zinsverlust gegenübergestellt werden. Die beste Verwertbarkeit kann sich natürlich mit den Preisverschiebungen der verschiedenen Dimensionsklassen ändern; sie wird vor allem davon abhängen, wozu das Holz gebraucht werden kann. So findet das kleinere Fichtenholz Absatz nur in der Zellstofferzeugung, dagegen wird gröberes Fichtenholz auch von Sägewerken begehrt und bekommt darum auch einen höheren Preis. Liefmann glaubt, im allgemeinen werde sich feststellen lassen, welches die wirtschaftliche Umtriebszeit ist. Hierzu muss man den Waldertragswert gebrauchen. Die vorteilhafteste Umtriebszeit ist also für jede Holzart besonders nach den verschiedenen Altersklassen im Verhältnis zu ihren Kosten zu bestimmen. »Die zweckmässigste Umtriebszeit ist also durch den grössten Geldreinertrag zu bestimmen, oder eine Umtriebszeit, die gerade das Wiederzuwachsen des jährlich geschlagenen Holzes von einer Stärke ermöglicht, dass es im Verhältnis zu den Warte- und sonstigen Kosten mit dem grössten Ertrage verwertet werden kann, ist die zweckmässigste.»

Es ist auch früher schon bemerkt worden, dass der Wert eines Produktionsmittels unter allen Umständen ohne Zurechnung ausschliesslich nach den Grundsätzen der Preisbildung unter dem Einfluss des Ertragsstrebens am Produktionsmittelmarkt erfolgt. Auch die Hereinziehung des Waldbodens in diese Preisbildung ist natürlich, und der Boden kann in dieser Hinsicht keine Ausnahme bilden. »Nur durch Heranziehung des Bodens in den allgemeinen Mechanismus der Preisbildung lässt sich aus dem, was der Land- oder Forstwirt im Rahmen seines ganzen Wirtschaftsplanes, seiner ganzen Unternehmung und der von ihr erwarteten Erträge für die Beschaffung eines einzelnen Kostenguts von mehreren Zusammenwirkenden, hier für den Boden allein, an Kosten aufzuwenden imstande ist, ein gesonderter Preis dieses Kostengutes feststellen, der dann auch in anderen Wirtschaften als annähernder Ertragswert den Kalkulationen zugrunde gelegt werden kann» (S. 614.) Dieser Wert kann für kalkulatorische Zwecke in jedem Stadium des Wachstums des Waldes berechnet werden. Er ist auch von besonderem Wert in dem Falle, dass der Wald nicht gekauft worden ist und dass die Aufforstungskosten nicht zu ermitteln sind.

Wenn man in diesem Falle überhaupt eine Verzinsung des Waldkapitals verlangt, kann man den Reinertrag nur dem Ertragswert gegenüberstellen: *der Reinertrag, welcher zu dem höchsten Ertragswert führt, ist der wirtschaftlichste.*

Liefmann bemerkt auch (S. 616) ganz im dynamischen Geist, dass in der Waldwirtschaftslehre zwischen stehenden, dauernden Kosten (dem Kapital) und einmaligen, aber sich wiederholenden zu scheiden sei. Zu letzteren rechnet er die Kosten für Holzgewinnung, Transport, Instandhalten der Wege, Forstwartungen usw., die vom jährlichen Bruttoertrage abgezogen werden und den Reinertrag ergeben, und von diesem kommt man zu dem errechneten Ertragswert. Wenn der Wald nicht gekauft ist, wie der Staatswald oder der Privatwald im Familienbesitz, dann gibt es scheinbar keine stehenden Kosten, aber das ist kein Grund, die Verzinsung zu vernachlässigen. Er sagt auch, dass es Fälle gibt, wo für den Wald ein bestimmter Preis bezahlt ist, gewöhnlich wird der Waldwert aber verändert, und so kommt man doch in der Praxis dahin, dass die Rentabilität des Waldkapitales so unsicher zu bestimmen ist, dass es besser ist, bei Wirtschaftlichkeitskalkulationen nach dem Ertragswert zu greifen.

Das Hauptverdienst Liefmanns ist wohl darin zu sehen, dass er mit ausserordentlicher Schärfe die Theorie des Umtriebes erfasst hat. Was Schmalenbach für die Bilanz des Waldbetriebes, das hat Liefmann für die allgemeine Wirtschaftstheorie des Waldbetriebes getan. Es kann kaum hoch genug eingeschätzt werden, dass sein Ertragwertsgedanke auch in die Waldwirtschaftslehre eingeführt und dass die Unterscheidung von Wirtschaft und Technik im Waldbetrieb noch einmal aufgeklärt wurde. Wenn man auch Liefmann in Einzelheiten nicht immer zustimmen kann, werden seine Lehren doch einen bestehenden Platz in der Forstwissenschaft einnehmen.

Zu demselben Resultat wie Liefmann betreffs der waldwirtschaftlichen Produktion kommt auch von Wieser 1914, wenn er auch in seinen theoretischen Ausführungen sich sehr vorsichtig äussert. Er teilt die Produktion in *Kostenproduktion* und *spezifische Produktion* nach der Verrechenbarkeit der Kosten ein. Die Kostenproduktion umfasst die Auswirkung des industriellen Kapitals, wobei die Selbstkosten des Produkts genau zu kalkulieren sind. Bei dieser Produktion nimmt man für die Nutzenkomputation Rücksicht auf das Geldkapital, die wirklich veraus-

gabten Kosten sowie die Rentabilität. Bei der spezifischen Produktion, welche in den Landgutswirtschaften obwaltet, orientiert man sich nach dem Proportionalitätsgesetze, welches dem Ertragswertsgedanken entspricht. So schreibt er u. a. S. 224: »In der praktischen Wirtschaft sehen wir für die Kapitalkomputation zwei Berechnungsweisen geübt, deren Ergebnisse zusammenkommen, aber in ihren Ausgangspunkten verschieden sind. Die eine geht vom Reinertrage aus, den sie nach Mass des bestehenden Zinsfusses vervielfacht oder kapitalisiert; sie wird beim spezifischen Kapital und in weiterer Folge auch beim Lande angewendet. Die andere, die beim Kostenkapital angewendet wird, ermittelt die Ziffer der Kapitalsubstanz dadurch, dass sie die Reinertragsziffer von der Rohertragsziffer abzieht. Dieses zweite Verfahren ist das grundlegende Verfahren, das Verfahren der Kapitalisierung ist aus ihm abgeleitet und wäre für sich allein gar nicht verständlich. Die theoretische Erklärung muss bei dem zweiten Verfahren beginnen. Es ist das Verfahren der Diskontierung.» Nach von Wieser ist bei der Kapitalisierung des Waldes eine unendliche Reihe kommender Reinerträge vorausgesetzt. Die Formel der Kapitalisierung läuft mathematisch genau auf die Diskontierung einer ewigen Rente hinaus, wie bei nachhaltiger Betriebsführung auch nur zu erwarten ist, wobei die Jahreserfolgsziffern, je später sie fällig werden, mit desto geringeren Gegenwartswerten vorausgenommen werden, woraus es sich erklärt, dass für die unendliche Reihe schliesslich ein endlicher Ausdruck gewonnen wird. Die Kapitalisierung des Waldes läuft in ihrem Ergebnis darauf hinaus, dass man den Wert des Waldes in der Rechnung einem Kostenkapital gleichsetzt, welches den gleichen Ertrag abwirft. Die Sache der Nutzenkomputation und der Betriebsführung ist es dann, den höchsten Ertragswert für die gesamte Waldliegenschaft herauszuwirtschaften. Sowohl Liefmann wie von Wieser sind also der Ansicht, dass nur der Ertragswert die Anwendung des Proportionalitätssatzes und der Nutzenkomputation in der Waldwirtschaft möglich macht, und diesen Autoren haben sich Boucke 1925 und Fischer 1928 vollkommen angeschlossen.

Die dynamische Bilanz wurde, wie schon hervorgehoben, von Schmalenbach erfunden, der entsprechrende Ertragsgedanke und die entsprechende Wirtschaftsauffassung wurden von von Wieser und Liefmann entwickelt, aber schon früher wurde dieses System von einzelnen Waldwirten und Forschern in der Praxis durchgeführt, und 1915 wurde von Ostwald die moderne dyna-

mische Waldbetriebstheorie herausgegeben, also ein Jahr vor dem Erscheinen der betreffenden Erstlingsarbeiten von Schmalenbach und Liefmann. Ostwald gebührt also unstreitig das Verdienst der genaueren Bearbeitung einer modernen betriebswirtschaftlichen Theorie des Waldbetriebes, welche beinahe alle Schwierigkeiten in ziemlich vollständiger Weise erledigt. Er behandelt kurz die Waldwirtschaftsbilanz als eine Betriebsrechnung, doch ist seine Darstellung von grundlegendem Wert und hat die Probe in der Praxis offenbar bestanden. Seine Wirtschaftstheorie bedarf dagegen zur Ergänzung sehr allgemeiner wirtschaftstheoretischer Ausführungen, welche ihr die nötige Stütze geben. Als Wirtschaftstheorie ist die Ostwaldsche Lehre gut, denn die kaufmännische Erfahrung des Erfinders bürgt für die Solidität der Darstellung, es ist keine Stubengelehrsamkeit in ihr. Auch er baut jedoch viel auf andere Vorläufer auf, unter welchen die Werke von Wagener und Räss die wichtigsten sind.[1])

Wageners Hauptwerke sind: »Anleitung zur Regelung des Forstbetriebes nach Massgabe der nachhaltig erreichbaren Rentabilität», Berlin 1875, und »Die Waldrente und ihre Erhöhung», Berlin um 1899. Er geriet in einen heftigen Streit mit Pressler, denn er sah den einzelnen Bestand nicht als im aussetzenden, sondern als im Nachhaltsbetriebe bewirtschaftet an. Schon er betrachtete Mehrbenutzung und Einsparung des Kapitals nicht der Masse nach, sondern in Hinsicht auf den erntekostenfreien Geldwert der Haubarkeitserträge. Entsprechend seiner Auffassung der Waldwirtschaft soll daher bei der Nutzenkomputation[2]) nicht von dem holzleeren Boden ausgegangen werden, sondern von einem aus Boden und Holzvorräten zusammengesetzten Waldkapital, welche Auffassung der modernen Wirtschaftstheorie eigen ist. Der Kerngedanke seines Systems liegt nun darin, *dass unter möglichster Anlehnung an die bestehenden Waldzustände und mit Berücksichtigung des Wirtschaftszieles einer »lukrativsten Abtriebsreihenfolge» die einzelnen Bestandesabteilungen einer Betriebsklasse in die entsprechenden Perioden eines allgemeinen Wirt-*

---

[1]) Die Idee des Waldertragswerts geht auf das Weiserprozent Presslers zurück. Ist der Abtriebswert des jährlichen Bestandes A_x, so ist dessen Nutzung ökonomisch gerechtfertigt, wenn der für das Abtriebsjahr $x+n$ sich berechnende Bestandeserwartungswert nicht grösser ist als A_x, also

$$A_x > \frac{A_{x+n}}{1,op^n}.$$

[2]) Wagener bezeichnet selbst die Nutzenkomputation als »Ermittelung der Verzinsung».

schaftsplanes eingereiht und daselbst mit ihrem taxierten Wertertrag der Abtriebsmasse eingestellt werden. Die Periodensummen dieser Werte denkt sich Wagener in gleichen jährlichen Raten innerhalb der Periode erlaufend, indem jeder Bestand im Verlauf jeder Periode geerntet wird, welcher er zugeteilt wurde. Auf diese Weise berechnet sich der gegenwärtige Kapitalwert eines jeden 10- oder 20-jährigen Periodenertrages A_1, A_2 durch Diskontierung der einzelnen Periodenreinerträge $\frac{\frac{A_1}{n}(1{,}op^n - 1)}{0{,}op}$ auf die Gegenwart, d. h. durch Multiplikation der auf das Ende der Periode berechneten Periodenerträge mit den Faktoren $\frac{1}{1{,}op^n}$, $\frac{1}{1{,}op^{2n}}$, $\frac{1}{1{,}op^{3n}}$. *Die Summe der Jetztwerte aller dieser Periodenerträge liefert den Waldertragswert,* welchen Wagener jedoch in üblicher Weise Walderwartungswert nennt. Hierbei braucht er eine bestimmte Umtriebszeit und einen angenommenen Zinsfuss. Durch Berechnung eines für verschiedene Umtriebszeiten sich ergebenden Waldertragswertes, und wenn zu diesem Zweck verschiedene Wirtschaftspläne konstruiert werden, *gibt der Kulminationspunkt des Waldertragswertes die vorteilhafteste Umtriebszeit an.* Der unterlegte Wirtschaftszinsfuss hat nur einen kalkulatorischen Zweck, denn je normaler die Verhältnisse, um so sicherer kulminiert der Waldertragswert bei derselben Umtriebszeit, wenn auch der Zinsfuss gewechselt wird. Diese Berechnungen bezwecken nicht, einen Vermögenswert des Waldes eindeutig zu bestimmen, sondern nur die einträglichste Abtriebsreihenfolge der bestimmten Dimensionsklassen festzustellen. Wagener stellt die Kalkulationen für die einzelnen nahezu haubaren Bestände getrennt in einer sog. *Reinertragstabelle* zusammen und *benützt diese als hauptsächlichsten finanziellen Weiser über die Anordnung der Abtriebsreihenfolge der Bestände, welch letztere ausserdem durch wirtschaftliche und betriebstechnische Rücksichten beeinflusst wird, z. B. durch Absatzverhältnisse und Verjüngungsart.* Besonders eigentümlich ist ihm die Vergleichung der Wertzunahme des Bestandes mit dem Erlös für den Fall des Abtriebes, wobei der Erlös als zinstragend angelegt gedacht wird. Dabei stellt er für jeden Bestand eine gesonderte Gewinn- und Verlustrechnung auf, wobei als Gewinn die Wertzunahme des Bestandes gilt und als Verlust die berechneten Zinsen des Abtriebserlöses. In reinerer Form kann man den von Pressler ausgesprochenen Reinertragsgedanken nicht formulieren, und es hat diese Methode der Bestimmung der Hiebsreife mit der Waldreinertragstheorie nicht viel gemeinsam. Es ist darum ganz verständlich, dass R.

Weber 1893 diese Methode zu den Reinertragswirtschaften rechnet. Beispiele dieser Berechnungsart finden sich auf S. 148 und 149 dieser Abhandlung.

Das System wurde jedoch so verwickelt aufgebaut, dass es keine allgemeinere Aufnahme gefunden hat. Indessen besitzt es einige Vorzüge, welche die neuere Wirtschaftstheorie würdigt. Erstens will Wagener den Wald nur nach den *bestehenden Waldzuständen* einrichten. Er braucht gewiss Bonitäten und Normalvorräte in dem Walde, aber er untersucht den Wald ganz einfach, wie er ist. Er stellt ausgedehnte Zuwachsuntersuchungen an, denn eine möglichst genaue Veranschlagung der Periodenerträge fordert eine genaue Kenntnis der faktischen Anzahl von grösseren Bäumen und deren Formentwicklung. Zweitens hat er die Zielsetzung auf ein konkreteres Gebiet überführt, indem er auch u. a. *die Wirtschaftsziele durch Durchmesserabstufung ergänzt.* Er untersucht also, welches die Voraussetzungen der Kleinholzerzeugung sind und welches die der Nutzholzerzeugung ist und in welchem Masse beide nebeneinender Anwendung finden können. Drittens hat er *eine richtige Vorstellung vom Waldkapital* und erklärt ausdrücklich, dass das ökonomische Ziel der Waldwirtschaft durch den höchsten Waldertragswert verwirklicht wird. Alle diese Grundgedanken sind später für die moderne, neuere Waldwirtschaftstheorie massgebend geworden.

In ganz hervorragender Weise hat dann Ostwald, Professor und praktischer Forstmeister in Riga, die dynamische Betriebstheorie entwickelt. Seine wichtigsten diesbezüglichen Werke und Abhandlungen sind vor allem: »Fortbildungsvorträge über Fragen der Forstertragsregelung», Riga 1915, das Hauptwerk, und ausserdem »Der Bodenertragswert und die Waldrente» und »Etat und Rente», beide in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, Jahrg. 1927. Die dynamische Waldwirtschaftsbilanz ist ausserdem kurz und klar entwickelt in der Abhandlung »Zur forstwirtschaftlichen Rechnungslegung» in dem Centralblatt für das gesamte Forstwesen, Jahrg. 1927. Auch hat er Fragen der Waldbetriebseinrichtung und Waldbesteuerung im Tharandter Jahrbuch behandelt. Diese Ausführungen haben viel zur Verbreitung der dynamischen Gedanken beigetragen, wenn diese Gedanken auch in jüngster Zeit mancherorts gleichartig »von selbst» entstanden sind. Um über die Wirtschaftsziele Ostwalds Klarheit zu gewinnen, ist es wohl am besten, auf seine Auffassung über die Wirtschaftlichkeit im Waldbetrieb einzugehen, welche durch die Frage des Kulturkostenaufwands am besten beleuchtet wird.

Streicht man in der allgemein gebräuchlichen Waldrentenformel Au+SD—uv—c[1]) die Verwaltungskosten gegen die Zwischen- und Nebennutzungen, so nimmt sie die einfache Form Au — c an. Ganz analog kann man die Faustmannsche Bodenertragswertformel überführen in

$$Bu = \frac{Au - cl.op^u}{1.op^u - 1}.$$

Durch Kombination dieser Formeln kommt man zu dem Resultat, dass der Ausdruck für die Waldrente sich aus der Bodenertragsformel ableiten lässt:

$$(Bu+c)(1.op^u - 1) = Au - c.$$

Im allgemeinen deckt sich also der aus der gekürzten Bodenertragswertformel abgeleitete Ausdruck Au—c genau mit der in obiger Weise vereinfachten Waldrentenformel.

Weiter macht O s t w a l d darauf aufmerksam, dass die Kapitalisierung der Waldrente nach bekannten nationalökonomischen Lehren *das Waldkapital* ergibt:

$$W = \frac{Au - c}{0.op}.$$

Durch Kombination dieses Ausdrucks mit dem vorigen erhält man *die Waldwertformel* in neuer Gestalt, nämlich

$$(Bu+c)\,\frac{1.op^u - 1}{1.op - 1},$$

d. h. »der Waldwert des jährlichen Betriebes ist unter den obigen Voraussetzungen der Summe einer u-gliederigen geometrischen Reihe gleichzusetzen, deren o-jähriges Anfangsglied Bu+c beträgt. Doch gelangt man auf Bu+c nur dann, wenn Au für seine Wiederverjüngung aufkommt (Au—c), d. h. nur dann, wenn die einzelne forstliche Unternehmung nicht mit der Ernte des reifen Bestandes, sondern erst mit der Wiederverjüngung desselben abschliesst». O s t w a l d vertritt darum entschieden den praktischen Standpunkt, dass *bei Waldwertberechnungen bei jährlichen Betrieben ausnahmslos vom kultivierten*

[1]) In dieser Formel bezeichnet Au den erntekostenfreien Abtriebsertrag, SD Summe der Durchforstungen, Bu den Bodenwert und c die Kulturkosten.

Boden, also vom »Wald» ausgegangen werden soll, was für die ausführenden Waldwirte bei uns eine Selbstverständlichkeit gewesen ist.

Das Obenangeführte betrifft natürlich nur den Einzelbestand und den Idealwald des jährlichen Betriebes. Fasst man dagegen den anormalen Wirklichkeitswald ins Auge, dann hat man es mit wechselnden Abtriebsgrössen und ebensolchen Kulturkosten zu tun. In diesem Falle unterscheidet auch Ostwald zweierlei Kulturkosten, nämlich c_o, *die Bestandesbegründungskosten*, und c_u, die von denselben abweichenden *Wiederverjüngungskosten* im Durchschnitt. Mit Ar bezeichnet er die rentenmässige Abnutzung im Alter u. Dann geht die frühere Formel über in

$$Bu + c_o = \frac{Ar - c_u}{1.\, op^u - 1}.$$

Diese zweite Formel Ostwalds steht ganz ausserhalb der von der Bodenreinertragsschule vertretenen Anschauung, und darum interpretiert er sie selbständig.

Nach der dynamischen Bilanzauffassung betrachtet er $Bu + c_o$ *als einheitlichen Erwartungswert*, da nicht die beiden Beträge je für sich, sondern nur ihre Summe abgeleitet werden kann. Um die unzulässige rechnungsmässige Scheidung beider Beträge ein für allemal zu verhüten, schlägt Ostwald vor, *für diese Summe eine einfache Bezeichnung zu gebrauchen*, wie KB_u, d. h. *kultivierter Boden*. Nach ihm hat dieses Vorgehen zur Folge, dass die Differenz zwischen dem wirtschaftlich zulässigen erstmaligen Kulturaufwand und dem tatsächlich verausgabten, eventuell durch Kalamitäten wesentlich gesteigerten Betrage, je nach dem Charakter derselben entweder als Grundkapitalgewinn erscheint oder, wie in diesem Falle, als Verlust an Betriebsmitteln ausgeschaltet wird. Wenn der Wert c_o den Wert $Ar - c_o 1.\, op^u$ nicht überschreitet, ist er nicht unwirtschaftlich. Anders ist es dagegen mit dem Wiederverjüngungsaufwand c_u. Jedem Waldwirt ist es hinreichend bekannt, dass diese Kosten und die Erträge sich gegenseitig beeinflussen und dass sie wirtschaftlich meist so eng miteinander verknüpft sind, dass auf eine gesonderte Begutachtung jeder Grösse für sich im allgemeinen verzichtet werden muss. Hiernach muss streng zwischen dem *Begründungsaufwand (Anlagekosten)* und dem *Wiederverjüngungsaufwand (Betriebskosten)* unterschieden werden. Für diese muss das erreichbare Minimum angestrebt werden, für den Wiederverjügungsaufwand dagegen das zulässige Maximum.

Gestützt auf diese Unterscheidung von Anlagekosten und Betriebskosten, will Ostwald demgemäss das Bu der Bodenreinertragsschule durch

$$Bu + c = KB_u$$

ersetzen, und dann wird die Bodenreinertragstheorie durch eine dynamische Betriebstheorie, welche sich auf den nachhaltigen Reinertrag des Waldes stützt, abgelöst. Näher fasst Ostwald seine Ansichten in folgenden 6 Thesen zusammen, 1927, S. 97—98:

»1. Dass Begründung und Wiederverjüngung von einander unterschieden werden müssen, weil der Aufwand für die erstere nach (A_u—c_o 1. op^u) max. zu begutachten, Widerverjüngungskosten aber nach (A_u—c_u) zu bemessen sind;

2. dass für die Waldrente gleichfalls das Maximum der Differenz A_u—c_u massgebend ist;

3. dass daher die Faustmannsche Bodenertragswertformel, die nicht nur die Anlagekosten, sondern auch den Wiederverjüngungsaufwand nach (A_u—c_o l. op^u) max. begutachtet und damit Anlass gibt, auch die Waldrentenformel in diesem Sinne zu interpretieren, sich grundsätzlich von der richtig interpretierten Waldrentenformel unterscheidet;

4. dass der aussetzend bewirtschaftete Einzelbestand nur dann dem Waldrentenstandpunkt des jährlichen Betriebes angepasst ist, wenn als Grundkapital desselben der bereits aufgeforstete Boden (KB_u), somit ein Waldwert, angesetzt wird;

5. dass der Abschluss einer einzelnen forstlichen Unternehmung des Nachhaltsbetriebes nicht mit der Ernte des Bestandes, sondern erst nach der Wiederverjüngung desselben angenommen werden darf — und

6. dass die Bodenreinertragslehre Pressler-Heyer-Judeich'scher Prägung durch eine korrektere Wirtschaftstheorie ersetzt werden muss, weil sie den Erkenntnissen sub 1, 4 und 5 nicht entspricht. Eine Wirtschaftstheorie kann als eine brauchbare nur dann gelten, wenn bei ihrem Ausbau von der für den Wirklichkeitswald entwickelten Waldrentenformel ausgegangen wird, weil nur dann der unbedingt zu fordernde Zusammenhang mit dem nach mannigfachen Richtungen hin anormalen Wirklichkeitswalde, der allein ihre praktische Verwendbarkeit gewährleistet, in vollem Umfange gesichert ist.»

Was besonders die Wirtschaftsziele der Ostwaldschen Richtung betrifft, sind diese ausführlich beschrieben 1907 in seinen beiden Abhandlungen in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, unter dem Titel »Der Reinertrag des forstlichen Nachhaltsbetriebes» und 1913 unter dem Titel »Der Erwerbswald, der Wirtschaftszinsfuss und die Waldrente». Er betont dort, dass er nicht das absolute Waldreinertragsmaximum der gegebenen Waldfläche anstrebt, *sondern das Waldrentenmaximum des gegebenen Waldkapitals.*[1]) Nur der letztere von den beiden Waldreinerträgen berücksichtigt nach ihm die Waldwirtschaftlichkeitsforderung und kann unter gewissen Voraussetzungen als »Rentabilitätsweiser» dienen. Zur Orientierung hebt er hervor, dass, indem bei der das relative Rentenmaximum anstrebenden Wirtschaft das gegebene Kapital so um- und ausgestaltet wird, dass alle dasselbe zusammensetzenden Sonderkapitalien harmonisch auf die Produktion des bei entsprechender *Verzinsung* erreichbaren Rentenmaximums hinarbeiten, auch automatisch das erreichbare Bodenrentenmaximum erzielt wird, ohne dass man jedoch imstande ist, dasselbe zutreffend zu beziffern. Für den Wirklichkeitswald empfiehlt er darum als Formel für die Wirtschaftstheorie

$$W_r = A_u + SD - (c + uv).$$

Diese Formel muss aber für alle Eventualitäten noch ausgeformt werden, wobei auch umfassende *Korrekturen* vorgenommen werden dürfen. In ihrer allgemeinsten Form wird die Formel folgendermassen aufgestellt (1927, S. 100):

$$W_r = A_r^{-k} + SD_r^{-k} - K_e^{+k} + c^{+k} = A_r^{-k} + SD_r^{+k} - (K_e^{-k} - c^{+k}).$$ [2])

Hierbei ist noch eventuell ein Zinsbetrag vom Reservefonds hinzuzufügen. Das angestrebte Ziel wird kalkulatorisch durch Umtriebsbestimmungen für verschiedene Diameterklassen mittels Ertragswertbestimmungen erreicht. Über diese Zielsetzung sagt Martin 1923 im Tharndter forstlichen Jahrbuch, S. 34: »Die Einführung des Durchmessers als Weisers der Hiebesreife und zur Kennzeichnung des Wirtschaftszieles ist sachlich sehr wohl begründet und kann als Methode

---

[1]) Die Ostwaldsche Theorie unterscheidet sich in den Zielen von der Waldreinertragswirtschaft dadurch, dass sie die Verzinsung des gegebenen Kapitals fordert, ganz wie die Presslersche Formel oben S. 92 zeigt. Nach Endres 1923, S 157, wird dadurch der Waldwert um so grösser, je frühzeitiger die Nutzung des Altholzes angesetzt wird. Der ganze Waldertragswert wirkt wie das Weiserprozent nur als für den ganzen Wald angewendet. So auch Wagener 1899 und Räss 1890

[2]) In diesen Formeln bezeichnet r den rentenmässigen Anteil und k den Kapitalanteil betreffender Korrekturen. $K_e{}^{+k}$ bezeichnet den um die zugehörigen Verwaltungskosten erhöhten jährlichen Aufwand für Erhaltung des Grundkapitals,

der Umtriebsbestimmungen von den verschiedensten Richtungen anerkannt werden», und schon 1905 hat er sie als »gutachtliche Bemessung der Hiebesreife nach dem Zuwachsgange», wenn auch nicht ganz folgerichtig, aufgenommen. Ein andermal sagt er über Ostwalds Auffassung: »Als einen Vorzug sehe ich es an, dass der jährliche Betrieb in den Vordergrund der Erörterung gestellt wird. Ich selbst habe schon bei Beginn meiner literarischen Tätigkeit den gleichen Standpunkt vertreten. Zu einer umfassenden Auffassung forstlicher Verhältnisse und zur Behandlung der wichtigsten forstlichen Fragen, namentlich in volkswirtschaftlicher und forstpolitischer Richtung, muss vom jährlichen Betriebe als dem im grossen weitaus wichtigsten ausgegangen werden.»

Die Wirtschaftstheorie von Ostwald weist auch drei Grundgedanken auf, welche wir zum Teil schon hervorgehoben haben und welche sie sehr geeignet machten, den Kampf um den ersten Platz in der Waldbetriebslehre aufzunehmen. Erstens nimmt sie zu ihrem Ausgansgpunkt *die nachhaltige, wirkliche Wirtschaft der anormalen Wälder*, die eigentlich bisher ohne bestimmte Wirtschaftsprinzipien bewirtschaftet worden sind, während diese Wälder doch die grosse Mehrzahl darstellen. Zweitens löst sie wirtschaftstheoretisch unanfechtbar die Frage über *die waldwirtschaftliche Betriebsrechnung*, welche allen anderen Wirtschaftssystemen fremd geblieben ist und bei welchen also eine betriebswirtschaftliche Erfolgsrechnung die kamerale und fiskalische Rechnungsablegung vertreten hat. Drittens ermöglicht auch dieses System eine *Scheidung von Kapital und Rente*,[1]) und dies kalkulatorisch einfach unter Benutzung bestimmter Sortimentstaxen, wodurch der Geldrechnung, aber auch der Mengenkontrolle Beachtung geschenkt wird. In dieser Hinsicht kann man vom betriebswirtschaftlichen Standpunkt aus zugestehen, dass diese Wirtschaftstheorie die ökonomischen Ziele der Bewirtschaftung der Wälder ziemlich klar bestimmt hat, ausserdem hat sie aber die meisten der betriebswirtschaftlichen Probleme, die seit Jahrzehnten der Lösung harren, gelöst. Wenn man die mancherlei Schwierigkeiten beachtet, die sich gegen eine moderne Waldwirtschaftstheorie erheben, kann man auch verstehen, dass nur ein Theorie, die Bilanzlehre und Waldwirtschaft praktisch genau bewertet, zu einer Lösung aller dieser Probleme schreiten kann. Die alte kameralistische Rechnungsablegung in den Staatswaldwirtschaften musste von Anfang an allen solchen Bestrebungen einer

[1]) Hie zu braucht er wie Wagener die aus dem Waldertragswerte sich berechnende jährliche Rente.

Modernisierung der Waldbetriebslehre hindernd gegenüberstehen, und wenn Schwappach 1913 behauptet: »Die kameralistische Buchführung legt das Hauptgewicht auf die schriftliche Darstellung der Tatsachen, auf die Kontrolle, ob das, was geschehen soll, auch wirklich geschieht, ob Einnahmen, auf die man mit Recht erlangt, auch wirklich eingehen, ob die Ausgaben, zu denen man verpflichetet ist, auch wirklich erledigt sind, und welche Einnahmen- und Ausgaben-Reste sich am Schlusse des Rechnungsjahres vorfinden, der Barumsatz erscheint als das Wichtigste», und es »erfolgt die Buchführung in den deutschen Staatsforsten lediglich nach kameralistischen Gesichtspunkten», so ist es nicht zu verwundern, dass sich die Abgeordneten, z. B. von Bayern und Württemberg, veranlasst gesehen haben, sich in diese Rechnungsablegung einzumischen. Mit Recht bemerkt auch Endres 1922, S. 481: »Die Staatsforsten stellen ein gewaltiges Vermögensobjekt dar. Indem ihre Erträge zur Bestreitung allgemeiner Staatsausgaben Verwendung finden, kommen sie dem ganzen Volke zugute. Und indem sie einen erheblichen Teil der Staatseinnahmen ausmachen, entlasten sie alle Steuerzahler. Daraus erwächst für den Staat die fiskalische Verpflichtung, bei der Bewirtschaftung der Staatswaldungen auf die höchste Rentabilität bedacht zu sein. Um diese zu erzielen, muss der Betrieb nach einem bestimmten klaren Programm geführt werden, in dem die Wirtschaftlichkeit der oberste leitende Grundsatz ist. Dieser Forderung kann nur das privatwirtschaftliche Prinzip Genüge leisten, weil das sogenannte »staatswirtschaftliche Prinzip» zu viel Auslegungsmöglichkeiten in sich schliesst, als dass es dem staatlichen Forstbeamtentum zur Richtlinie für die Wahrung der fiskalischen Interessen dienen könnte.» Diese Worte sind nur zu wahr, es ist jedoch hervorzuheben, dass z. B. in den nordischen Holzexportländern in den grösseren Waldbetrieben kaum andere als technische Prinzipien befolgt werden können, der Absatz regelt sich ganz nach der Nachfrage, zumal es viel mehr verkäufliches Holz gibt, als auf einmal Absatz finden kann. Aber wenn sich der Absatz verbessert, wie in letzter Zeit, dann müssen die ökonomischen Ziele des Waldbaus klargelegt sein, und es scheint nur die von Ostwald vertretene dynamische Schule der Waldwirtschaft die Wirtschaftstheorie in aller Schärfe zu umfassen. Bis heute hat man jedoch in der waldwirtschaftlichen Praxis in Nordeuropa fast keine Erfahrungen über die Anwendung dynamischer Prinzipien, aber die Verhältnisse gestalten sich so, dass eine eventuelle Einführung solcher Prinzipien unternommen werden kann.

Die obenangeführten Ansichten hervorragender Nationalökonomen,

Betriebswirtschaftler und Waldwirte weisen manche gemeinsame Züge auf, welche sich um die dynamische Bilanzauffassung gruppieren. Aber ein tieferes Studium der früheren Kapitel dieses allgemeinen Teiles zeigt, dass sich die obengeschilderte dynamische Wirtschaftsauffassung mit den schon hergeleiteten speziellen Resultaten über den Kapitalbegriff, den Erfolgsbegriff und den Wirtschaftlichkeitsbegriff deckt. Zusammen mit diesem Kapitel über die dynamische Wirtschaftsauffassung bilden sie die Grundlagen für ein kritisches Studium der ökonomischen Ziele im folgenden, speziellen Teil dieser Abhandlung sowie Bausteine zu einer universellen dynamischen Betriebstheorie der Waldwirtschaft.

II. Teil.

Die ökonomischen Ziele im besonderen.

1. Allgemeines über die ökonomischen Ziele der Waldwirtschaft.

Im ersten Teile wurden kurz die allgemeinen Grundlagen der forstlichen Statik oder Betriebstheorie behandelt. Unter Forststatik oder forstlicher Statik versteht man nach Endres 1919, S. 201, »die Lehre vom Abwägen zwischen Ertrag und Kosten des forstlichen Betriebes« oder nach Heyer »die Rentabilitätsrechnung forstlicher Wirtschaftsverfahren». Jedenfalls handelt es sich um die zweckmässigste wirtschaftliche Orientierung der waldbaulichen Produktionsweise, also um die Festsetzung der ökonomischen Ziele des Waldbetriebes und um die Wirtschaftlichkeitsmessung, wie das Verfahren von Gerstner 1928 in der Betriebswirtschaftslehre der Unternehmungen genannt wird.

Die bekannte wissenschaftliche Forststatik von Endres baut sich auf dem Kostenprinzip auf, und weil dieses Prinzip die Theorie des Waldbetriebes noch heute beherrscht, ist es nicht leicht, die verschiedenen ökonomischen Ziele nach seiner Interpretierung aus dem Gesamtbau herauszuschälen. Die Lehre von Endres umfasst starr das Bodenreinertragsprinzip, dagegen stellt die Lehre von Martin 1918 das Waldrentabilitätsprinzip voran, und in seiner neuesten grossen Arbeit 1928 wendet sich Chr. Wagner sehr eklektisch gegen alle Zielsetzung. Dabei sind diese hervorragenden Fachmänner von etwas verschiedener Meinung betreffs der Umtriebszeit, welche von altersher in der forstlichen Statik eine so ungemein wichtige Rolle bei der Bestimmung der Ziele gespielt hat. Die beiden ersten Forscher sind der Ansicht, dass der Umtrieb den Wirtschaftserfolg bestimme, dagegen behauptet Wagner, dass der Umtrieb sich erst aus der Wirtschaft ergebe. Es wird später untersucht werden, welche Ansicht als die den betriebswirtschaftlichen Forderungen am besten entsprechende anzusehen ist. Jedenfalls decken sich nach der verbreitetsten Meinung die wirtschaftlichen Ziele mit dem entsprechenden Umtrieb, und wenn man im Rahmen der heutigen Betriebstheorie die ökonomischen Ziele

untersucht, kann man daher mit den verschiedenen »Umtrieben» anfangen.

Endres unterscheidet 1923 fünf Umtriebe, von denen die Umtriebszeiten des höchsten Bodenreinertrags und des höchsten Waldreinertrags ausführlicher behandelt sind, wohingegen die drei »sonstigen Umtriebszeiten», die des grössten Holzmassenertrages, die technische und die physische, nur kurz erwähnt werden. Es ist besonders interessant zu erfahren, wie er die Umtriebszeiten charakterisiert.

1. *Die Umtriebszeit des grössten Holzmassenertrags.* Darunter ist die Umtriebszeit zu verstehen, bei deren Einhaltung der Bestand den grössten jährlichen Durchschnittsertrag an Holzmasse liefert. Es wird also jeder Bestand in dem Zeitpunkt abgenutzt, wo der jährliche Durchschnittszuwachs gleich dem laufend-jährlichen Zuwachs wird. Diese Umtriebszeit war in Deutschland bis in die 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts hinein herrschend. Solange aber die Ertragsverhältnisse der einzelnen Holzarten wissenschaftlich nicht festgelegt waren, glaubte man die grösste Holzmasse auf der gegebenen Fläche durch Einhaltung möglichst hoher Umtriebszeiten zu gewinnen. Erst durch die seit den 1870er Jahren veröffentlichten Holzertragstafeln wurde bewiesen, dass die Kulmination des durchschnittlichen Massenzuwachses früher eintritt, als man vermutete, und dann schwand auch das »Interesse» für diese Umtriebszeit. Weil das Ziel der deutschen Waldwirtschaft nach Endres die Erzeugung von Nutzholz ist, stellt sich Endres dieser Umtriebszeit ablehnend gegenüber und behauptet, dass »ausschlaggebend nunmehr die Werterzeugung, nicht die Massenerzeugung sei». — Er übersicht dabei offenbar, dass gerade die Umtriebszeit der grössten Massenerzeugung ihrer Länge nach am besten dem finanziellen Umtrieb gleichkommt.

2. *Die technische Umtriebszeit.* Darunter versteht man jene Umtriebszeit, bei welcher der Bestand das für die verschiedenen Verwendungszwecke brauchbarste Material liefert. Nach Endres ist dieser Grundsatz kameralistischen Ursprungs und hat nur das Bedürfnis der Holzverbraucher im Auge. Er gibt auch zu, dass die volkswirtschaftliche Forderung, dass die Waldwirtschaft, in erster Linie die Staatswaldwirtschaft, Gewerbe und Industrie mit den notwendigen Holzsortimenten versorgen solle, wohl gerechtfertigt war. Auch räumt er ein, dass der zugrundeliegende Gedanke, die Holzsortimentenerzeugung den Bedürfnissen des Marktes und der Nachfrage anzupassen, zweifellos ein gesunder ist, aber er will lieber die Produktionskosten in der Zielsetzung sehen. — Ohne Zweifel sind die Um-

triebszeiten der technischen Ziele marktorientiert, d. h. sie sind von den Absatzverhältnissen diktiert, und wenn dem so ist, dann kommen die »Produktionskosten» nicht so sehr in Frage. Dies zeigen deutlich die nordischen Staatswaldwirtschaften. Wenn sich aber die Absatzverhältnisse verbessern, dann kommt wahrscheinlich auch die Verkürzung der Umtriebszeit, d. h. Verkauf von kleineren Durchmesserklassen in Frage, und dann wird sich auch Gelegenheit zu forststatischen Erwägungen geben. Wo diese Umtriebszeit noch obwaltet, gibt es wohl keine Wahl.

3. *Die physische Umtriebszeit.* Sie wird etwas verschieden definiert. Die einen verstanden darunter jenen Umtrieb, bei dessen Einhaltung die natürliche Wiederverjüngung am sichersten sein würde, d. h. bei Hochwaldungen im Alter der ausgiebigsten Samenproduktion. Andere verstehen dagegen unter dieser Umtriebszeit den Zeitpunkt, in welchem die natürliche Reife des Holzes oder das Aufhören der natürlichen Lebensfunktionen der herrschenden Stammklassen eingetreten ist. Irgendeine wirtschaftliche Bedeutung wird dieser Umtriebszeit nicht beigemessen, vielmehr wird sie der Vollständigkeit halber erwähnt.

4. *Die Umtriebszeit des grössten Waldreinertrags fällt auf jenen Zeitpunkt, für welchen sich nach arithmetischem Durchschnitt der höchste jährliche Waldreinertrag (Waldrente) für die Flächeneinheit (Hektar) berechnet,* und man nennt die danach eingerichtete Wirtschaft *die Waldreinertragswirtschaft.* Theoretisch fällt das Maximum des durchschnittlichen Waldreinertrags genau auf den Zeitpunkt, zu welchem derselbe mit dem laufend-jährlichen Waldreinertrag zusammentrifft. Zwischen beiden Kategorien besteht also dasselbe Verhältnis wie zwischen dem durchschnittlich-jährlichen und dem laufend-jährlichen Holzmassenzuwachs. Nach E n d r e s bedeuten diese hohen Umtriebszeiten der Waldreinertragswirtschaft an sich eine Verlustwirtschaft, weil der Wertzuwachs der alten Bestände in den hohen Altern geringer ist als die hierfür aufzuwendenden Produktionskosten. Er gibt aber doch zu, von der gegebenen Waldfläche erziele der Waldbesitzer durch Einhaltung der Waldreinertragswirtschaft ein grösseres Einkommen als durch Einhaltung der Bodenreinertragswirtschaft. Wenn man dies beachtet, ist es ganz verständlich, dass die Waldreinertragswirtschaft sich einer sehr grossen Verbreitung erfreuen kann, und der Grund ist dieser: Bei der Waldreinertragswirtschaft kommt das grössere Einkommen sicher in den Geldbeutel des Waldbesitzers und ist eine Realität; dagegen sind die Zinsverluste etwas Abstraktes und schwer zu

verstehen. Es gibt zahlreiche Waldbesitzer, welche gern grössere Holzvorräte im Walde ansammeln und auf die verrechneten Zinsen verzichten. Es ist auch in Erwägung zu ziehen, dass die Zinsen- und Produktionskostenrechnungen der Bodenreinertragswirtschaft kaum einwandfrei durchgeführt worden sind. Für eine grosse Klasse der Waldbesitzer ist das Waldreinertragsprinzip das einzig vernünftige geblieben. Die Waldreinertragswirtschaft ist auch in den verschiedensten Lagen und in nachhaltiger Wirtschaft mit Erfolg durchzuführen, und dieser praktische Vorteil ist sehr schwerwiegend.

5. *Unter der finanziellen Umtriebszeit versteht* E n d r e s *diejenige Umtriebszeit, welche unter Zugrundelegung eines bestimmten Wirtschaftszinsfusses den höchsten Bodenreinertrag oder die höchste Bodenrente gewährt.* Die darauf begründete Wirtschaft nennt er also *die Bodenreinertragswirtschaft.* Die Grundprinzipien dieser Zielbestimmung sind näher dargelegt folgende. Für einen ganzen nach den Grundsätzen der Bodenreinertragswirtschaft bewirtschafteten Waldkomplex braucht eine durchschnittliche Umtriebszeit an sich nicht festgesetzt zu werden. Denn wenn die höchste Bodenrente von der Gesamtfläche erwirtschaftet werden soll, *muss jeder Bestand in dem Alter benutzt werden, für welches sich die höchste Bodenrente berechnet.* In diesem Sinne führt die Bodenreinertragswirtschaft zu J u d e i c h s »*Bestandeswirtschaft*», d. h. *die Einheit des Betriebes ist nicht die Betriebsklasse im ganzen, sondern jeder einzelne Bestand innerhalb der Betriebsklasse.* Die finanzielle Umtriebszeit lässt sich nur unter der Annahme des »Normalzustandes» durchführen. Die finanzielle Umtriebsklasse, die sich nicht im Normalzustand befindet, lässt sich nach einer Formel überhaupt nicht bestimmen. Immerhin aber gewinnt der Waldbesitzer durch die Berechnung des *durchschnittlichen Verzinsungsprozentes* einen Anhaltspunkt, ob die bisher eingehaltene Umtriebszeit sich mehr oder weniger weit von der finanziellen entfernt. Die Bestimmung der finanziellen Umtriebszeit des Einzelbestandes kann nach folgenden Verfahren stattfinden:

a) *Durch Ermittlung jenes Bestandesalters, für welches sich der grösste Bodenertragswert berechnet.* Diese Methode kann indessen nur für normale Bestände angewendet werden.

b) *Durch Berechnung des Weiserprozents oder des grössten Bestandeserwartungswertes.* Diese Methoden gelten sowohl für normale wie für abnorme Bestände. Wegen seiner Einfachheit verdient nach E n d r e s das Weiserprozent in der

Regel den Vorzug vor der Methode des Bestandeserwartungswertes.

Wenn man nun die von Endres angeführten Methoden überblickt, ergibt sich folgendes System der Umtriebszeiten:

Das System der Umtriebszeiten nach Endres.

A. Umstellung der Wirtschaft nach Werten.
1. Erzielung der grössten Bodenrente ...... Bodenreinertragswirtschaft.
2. Erzielung des grössten Geldeinkommens... Waldreinertragswirtschaft.

B. Umstellung der Wirtschaft nach dem Massenertrag.
3. Erzielung der höchsten Holzmasse ... Wirtschaft des grössten Massenertrages.
4. Erzielung von Holz von bestimmten technischen Sortimenten .... Die technisch bedingte Waldwirtschaft.

C. Umstellung der Wirtschaft nach biologischen Momenten.
5. Erzielung ausgiebigster Samenproduktion ... Die durch die Wiederverjüngung bedingte Wirtschaft.

Diese Einteilung entspricht in mancher Hinsicht nicht den Forderungen der modernen waldwirtschaftlichen Forschung. Es ist eine allbekannte Sache, dass die älteren Waldwirte bei ihrer konservativen Wirtschaftsführung und der Erzielung der höchsten Holzmasse irrtümlicherweise die Bestände zu alt erzogen, so dass deren Dimensionen in der Wirklichkeit denen der Waldreinertragswirtschaft gleichkamen. Es ist also sehr verständlich, dass überall die Waldreinertragswirtschaft ohne irgendwelche Hindernisse die alte Massenwirtschaft ersetzte: die Ziele blieben dieselben, nur der Name der Wirtschaft wurde geändert. Dagegen entspricht nach neueren Untersuchungen die Bodenreinertragswirtschaft zum Teil der Erziehung der grössten Massen, weil sich die Zuwachskurven[1]) im Alter von 55—75 Jahren kreuzen. Im grossen ganzen lassen sich die beiden Ziele in der Praxis ohne merkbaren Unterschied ersetzen. Es ist darum nicht ganz richtig, wenn Endres das Prinzip des grössten Massenertrags verwirft, denn dann wäre auch sein eigenes Prinzip in der Praxis unmöglich. Wenn dagegen die technischen Ziele bei der Fichtenwirtschaft als Papierholzdurchmesser identifiziert sind, dann decken sich das Prinzip des grössten Massenertrages und das der technischen Durchmesser. Die durch die beste Samenproduktion

[1]) Vgl. R. Weber 1893, Ilvessalo 1920.

bedingte Umtriebszeit deckt sich wahrscheinlich zum Teil mit der der höchsten Holzmassenerzeugung. Es scheint mithin, als hätten die verschiedenen Umtriebszeiten manches Gemeinsame, was auch natürlich ist, denn sie werden heute noch alle wenigstens einigermassen gebraucht und haben sich also in der Praxis bewährt. Wenn man mit Endres annimmt, dass die Umtriebszeit des grössten Waldreinertrags z. B. 20—50 Jahre länger ist als die der höchsten Bodenrente, dann sind auch die Grenzen der Umtriebswahl gegeben. Vergegenwärtigt man sich ausserdem die Untersuchungen Lönnroths, nach welchen die »Zeitspanne der Vollreife» in unseren Verhältnissen mehrere Dezennien andauern kann, dann versteht man, dass die Wahl zwischen den betreffenden Umtriebszeiten gewöhnlich nicht allzu folgenschwer ist und dass der Betrieb dadurch viel an Sicherheit und Regelmässigkeit gewinnt trotz des spekulativen Charakters der Waldwirtschaft als einer marktorientierten Wirtschaftsform.

Die Arbeit von Endres kann nicht mehr als ganz zeitgemäss betrachtet werden. In den letzten 20 bis 30 Jahren haben sich neue Sprosse am Baum der Forstwissenschaft entwickelt, welche sich am besten in drei »Schulen» gruppieren lassen. Am frühesten trat Martin auf und legte den Grund zu der Waldrentabilitätsrichtung. Ihm folgten in raschem Lauf Glaser, Schiffel, Jonson und Schlich. Eine andere Richtung, welche als die Dauerwaldschule bezeichnet werden kann, nahm die alte Lehre der Waldreinertragsschule auf und erfüllte sie mit neuem Geist. Als Vertreter dieser Richtung seien Eberbach, Möller, H. W. Weber und Kirkland genannt. Letztens wurde neuerdings durch Ostwald eine Richtung repräsentiert, welche eigentlich schon mit Wagener und Räss aufgetretenwar und welche sich auf vollständige Betriebsrechnungen und betriebswirtschaftliche Denkweise gründet. Diese neueren Tendenzen werden gar nicht bei Endres behandelt. Wenn man die neueren Tendenzen auch nicht billigen kann, ist doch eine Stellungnahme zu ihnen in einem modernen Lehrbuch am Platz.

In diesem speziellen Teil der Abhandlung werden diese Richtungen beachtet und ihr Wesen untersucht. Dabei werden nicht alle möglichen Vorschläge behandelt, denn besonders was die ökonomischen Ziele anlangt, gibt es deren sehr viel. Vielmehr werden hier nur die bekanntesten Richtungen auf ihre wesentlichen Züge untersucht, weil sie in anschaulicher Weise die Verwirklichung des ökonomischen Prinzips auf verschiedenen Wegen illustrieren. Dabei bedienen wir uns folgender Einteilung:

System der Theorien des Waldbetriebs.

A. Produktivitätstheorien.
  1. Die Waldreinertragstheorie.
  2. Die Dauerwaldtheorie.

B. Produktionskostentheorien.
  3. Die Bodenreinertragstheorie.
  4. Die Waldrentabilitätstheorie.

C. Wirtschaftlichkeitstheorien.
  5. Die dynamische Wirtschaftstheorie.

2. Die Waldreinertragstheorie.

Es ist früher schon die Aufmerksamkeit auf den Unterschied zwischen Produktivität und Wirtschaftlichkeit gelenkt worden, und in demselben Zusammenhang wurden auch die beiden *Produktivitätsziele* angeführt, *das des grössten Massenertrags* und das *des grössten Waldreinertrags.* Das letztere bildet auch das ökonomische Ziel der Waldreinertragswirtschaften, das bis in die letzten Jahrzehnte in den deutschen fiskalischen Staatsforstverwaltungen, Freistaat Sachsen ausgeschlossen, Anwendung gefunden hat. Heute wird dieses Ziel nicht mehr in so grossem Umfang angestrebt, und in der Sache entsprechen die 100-jährigen Umtriebe in den preussischen Staatswäldern nicht mehr der Waldreinertragswirtschaft (vgl. Borgmann). Doch hat diese Schule unter den Forstwissenschaftlern zahlreiche Verteidiger, und es ist somit notwendig, sie noch kritisch zu betrachten, um diese Produktivitätslehre endgültig von den kaufmännischen oder betriebswirtschaftlichen Zielen der Waldwirtschaft zu trennen. Die früher zitierte Darstellung Borggreves 1888 gibt einen guten Einblick in die Kernauffassung dieser Schule.

Wenn man zu den Produktivitätstheorien Stellung nimmt, muss erstens beachtet werden, dass sie von der kaufmännischen Betrachtungsweise Abstand nehmen und dass sie den Wald betrachten als ein Naturprodukt und zugleich als ein spezifisches Produktivmittel. Das ist aber noch nicht an sich etwas Unzulässiges, denn der äusserst »finanzielle» Umtrieb fällt oft mitten zwischen die beiden Produktivitätsziele, den Umtrieb des grössten Massenertrags und den des grössten jährlichen Geldertrags. Die Zeitspanne zwischen beiden umfasst die »Zeitspanne der Vollreife» (Lönnroth), und weil beide Ziele im Gebrauch sind, kann der Fehler bei der Umtriebsbe-

stimmung kein allzu schwerwiegender sein. Wenn man also die Grundlagen der ökonomischen Zielsetzung überblickt, muss zugestanden werden, dass der Streit über die Überlegenheit dieses oder jenes Prinzips zum Teil ein Streit über leere Schulbegriffe gewesen ist.

Die privatökonomische Interpretierung des Zuwachses des Waldes und seiner Benutzung erscheint in den unveräusserlichen Staatswäldern nicht ohne weiteres geboten, und die Beharrung der Forstverwaltungen bei den Produktivitätszielen ist auch ganz verständlich, und sie wurden besonders von Helferich 1891 und Aarum 1928 verteidigt. Dessenungeachtet können diese Theorien in der allgemeinen wirtschaftlichen Waldbetriebslehre nicht gebilligt werden, für sie ist die schärfste Anpassung der produktiven Kräfte des Waldes durch die Ertragswertkombination notwendig[1]).

Der Waldreinertragswirtschaft werden meistens besondere »volkswirtschaftliche Nutzleistungen» beigelegt, und es ist Sache der Forstwissenschaft, die letzteren aufzusuchen und zu würdigen. Alle anderen Gesichtspunkte sind dabei von geringerer Bedeutung. Die strikte Durchführung dieser Waldbenutzungsart würde unverkennbar in guten Absatzlagen zu einer Erweiterung der Starkholzzucht führen, und das noch zu einer Zeit, wo überall Knappheit an Betriebskapital herrscht und grosse gebundene Vorräte das Resultat dieser Betriebsführung wären.

Nach den Wirtschaftsgrundsätzen dieser Schule soll man, da die Verzinsung des Kapitals angeblich nicht in Betracht kommt, die Bestände so lange wachsen lassen, als sie noch einen erkennbaren Wertzuwachs haben. Im aussetzenden Betriebe der Bauern würde die Einnahme der Forstkasse nach den bisherigen Ertragsuntersuchungen steigen, bis die Bäume mehr faulen, als sie zuwachsen. Im jährlichen Betriebe vermehrt sich der jährliche Geldertrag bis zu dem Zeitpunkt, mit welchem der Waldertrag aufhört, dasjenige Sinken des Jahresertrags auszugleichen, welches durch die Verkleinerung der Jahresschlagfläche bewirkt wird, vgl. z. B. Wagener 1899, S. 66, und

---

[1]) So schreibt auch von Philippovich 1926, S. 138: »Die sachliche Ergiebigkeit, das, was wir techniche Produktivität genannt haben, kann hier nicht allein entscheiden. Denn wie immer die Wirtschaft geordnet sein mag, stets sind ihre Mittel der Gesamtmenge der Bedürfnisse gegenüber zu gering, und es bedarf daher eines Regulators, der diese Mittel auf die verschiedenen Bedürfnisse räumlich, zeitlich, quantitativ und qualitativ verteilt. Das ist es, was die volkswirtschaftliche Organisation der Produktion zu leisten hat, und in ihr spielt in der Gegenwart die Frage der Rentabilität der Erwerbstätigkeit eine entscheidende Rolle, weil sie für die Verwendung der Produktivkräfte massgebend ist, soweit die unternehmungsweise Organisation herrscht».

Barth 1921, S. 98—101. In dem Ziel des grössten Waldreinertrags soll ein Massstab gefunden werden, um die »Wirtschaftlichkeit» der Waldwirtschaft an der Produktivität zu messen, die im »volkswirtschaftlichen» Interesse anzustreben wäre. Dies schwebt auch den Waldwirten vor, die nach einem qualitativen Massstab der volkswirtschaftlichen Produktivität suchen. Da erhebt sich sofort die Frage: welches ist dieses »volkswirtschaftliche» Interesse? Mit dieser Frage haben sich in neuester Zeit die Nationalökonomen vielfach befasst, wenn auch nicht geleugnet werden kann, dass die Urteile über diese delikate Sache etwas verschieden ausgefallen sind. In den Verhandlungen des Vereins für Sozialpolitik in Wien 1909 finden sich einige Referate über die Produktivität der Volkswirtschaft von von Philippovich, Kammerer, Ballod, Esslen und von Wieser, und ausserdem haben dieselbe behandelt Eggenschwyler 1915, Weyermann 1916, A. Wagner 1908, Schmidt 1914, Pesch 1909 und vor allem Cannan 1894 und 1929. Auf der anderen Seite steht Liefmann: »Grundlagen einer ökonomischen Produktivitätstheorie» 1912, und allerneuestens Spann 1923 mit seiner Lehre von der »Fruchtbarkeit der Volkswirtschaft». Es ist hier angebracht den Stand der Frage in aller Kürze zu resümieren und die Konsequenzen für die Waldwirtschaft zu ziehen.

Die beiden Hauptvertreter der volkswirtschaftlichen Produktivität sind von Philippovich und Pesch, jener ein bekannter Nationalökonom, dieser eifriger Theologe und Vertreter der katholischen Interessen in der Nationalökonomie. von Philippovich schlägt vor, technische Produktivität und volkswirtschaftliche Produktivität zu trennen, und er will von volkswirtschaftlicher Produktivität nur da reden, wo »soziale Beziehungen der Produktion gewertet werden». »Das erstrebte Ziel ist, zu erkennen, welches Mass der Wohlfahrtsförderung bei dem gegebenen Zustand der Volkswirtschaft erreicht werden kann». Auch Pesch hält die Aufstellung eines solchen qualitativen Massstabes für möglich und notwendig. Er meint, dass sich aus dem Zweck der staatlichen Gesellschaft eine volkswirtschaftliche Aufgabe ergebe: »Diese liegt im Bereich der materiellen Wohlfahrt, der materiellen oder wirtschaftlichen Kultur. Sie besteht in der relativ optimalen Bedarfsversorgung des Volkes mit äusseren Gütern», und weiter: »Sie besteht in der dauernden Versorgung eines an Zahl wachsenden Volkes mit äusseren, der Befriedigung seiner Bedürfnisse genügenden Mitteln gemäss den Anforderungen fortschreitender Kultur, so zwar dass neben einer grösseren Anzahl mässig reicher Personen ein

breiter und kräftiger Mittelstand in der Gesellschaft sich behauptet, allen Gliedern, auch den untersten Schichten, ein der erreichten Kulturhöhe entsprechendes, zum mindesten menschenwürdiges Dasein gesichert wird, dauerndes Elend ausgeschlossen bleibt — alles dies mit gleichzeitiger Wahrung höherer Güter der Persönlichkeit, der Familie, der staatlichen Gesellschaft». — Diese Ausführungen haben einen heftigen Widerstand erregt, und die Kritik ist nicht ausgeblieben. Ganz vor kurzem z. B. schreibt Ad. Weber 1928, S. 151: »Das mögen gewiss schöne Ziele für einen Wirtschaftspolitiker sein, aber wenn wir für unsere wirtschaftswissenschaftlichen Unternehmungen, die doch dem Ziele nach allgemeingültige Ergebnisse haben sollen, eine klare, unzweideutige Grundlage suchen, so ist sie durch derartige Postulate nicht gegeben. Was ist »Fortschritt der Kultur»? Was ist »höheres Gut der Persönlichkeit, der Familie, der staatlichen Gesellschaft»? Darf die Wirtschaftswissenschaft es wagen, nach allgemeingültigen Antworten auf diese Frage zu suchen? Erinnern wir uns hier erneut an das, was über die Aufgabe der Volkswirtschaftslehre als Wissenschaft gesagt wurde. Begnügen wir uns damit die *wirtschaftlichen* Tatsachen und Zusammenhänge zu erfassen! Können wir dann darauf unsere wirtschaftspolitischen Ideen und Ideale stützen, dann wird man uns nicht den sonst berechtigten Vorwurf machen können, dass wir mit »Nebel aus einem Wolkenkuckucksheim» die reale Welt der wirtschaftlichen Notwendigkeiten meistern möchten». So Weber, und es muss zugegeben werden, dass jene Darstellungen von von Philippovich und Pesch auch bei dem besten Willen allzu »nebelig» sind, um eine reale Waldwirtschaft eines Landes auf solchen Grundlagen aufzubauen. Diese beiden Auffassungen hatten auch früher eine grosse Aufnahme gefunden, und mit Stolz bemerkte Borggreve 1888, S. 155, dass eine Rentabilitätslehre in der Waldwirtschaft »von sämtlichen namhaften Nationalökonomen der Jetztzeit, die dem Forstwesen überhaupt näher getreten sind — Roscher (Leipzig), Nasse (Bonn), Held und Wagner (Berlin), Helferich (München), Heitz (Hohenheim), Schäffle (Tübingen) und Eggert (München, jetzt Tokio) — entschieden verurteilt wird». Zu dieser Zeit war aber die Lage der theoretischen Nationalökonomie, wie schon früher bemerkt, sehr ungenügend, und die stark verbreitete Lehre von den »volkswirtschaftlichen Interessen» ist wahrscheinlich wenigstes einigermassen auf das Konto des »ethischen Historismus» in der Nationalökonomie zu schreiben.

Auch Diehl 1924, S. 29, findet die Lehre sehr unbefriedigend, und er sagt ausdrücklich, dass alle Äusserungen dieser Art scheitern

müssen, weil die angegebenen Massstäbe 1. zu vag und unbestimmt, 2. zu subjektiv sind, um wirklich einen objektiven Massstab der sog. volkswirtschaftlichen Produktivität im qualitativen Sinne abgeben zu können. Noch viel entschiedener verfährt Liefmann, wenn er volkswirtschaftliche Produktivität und privatwirtschaftliche Rentabilität gleichsetzt. Bei den Verhandlungen des Vereins für Sozialpolitik in Wien hat er den Satz so formuliert: »Bei freier Konkurrenz und völliger Bewegungsfreiheit der einzelnen Wirtschaftssubjekte, die die Theorie natürlich vorauszusetzen hat und die den einzelnen Wirtschaftssubjekten ermöglicht, ihre Kapitalien schliesslich immer den rentabelsten Unternehmungen zuzuwenden, muss privatwirtschaftliche Rentabilität und volkswirtschaftliche Wohlstandsförderung identisch sein». Er bezeichnet dort das »Streben aller Wirtschaftssubjekte nach dem höchsten Ertrag» als das einzigste Regulationsprinzip und erklärt: »Das Prinzip ist gut, die Mängel der heutigen wirtschaftlichen Organisation liegen nur in der Unvollkommenheit der Menschen. Diese gilt es allmählich zu vermeiden. Aber, wie es der Sozialismus will, die jetzige automatische Selbstregulierung der Volkswirtschaft unter der Herrschaft des wirtschaftlichen Prinzips zu ersetzen durch eine staatliche Regelung, heisst nur der Unvollkommenheit der Menschen einen sehr viel grösseren Einfluss auf die volkswirtschaftliche Bedarfsbefriedigung gewähren. Dadurch wird der Volkswohlstand niemals weiter gefördert werden». Wenn auch zugegeben werden muss, dass Liefmann hier als Verteidiger des äussersten Liberalismus auftritt, kann nicht geleugnet werden, dass obige Darstellungen sehr treffend die Wirklichkeit schildern, die Schar seiner Anhänger wächst mit jedem Tag, und heute kann sein Standpunkt als der massgebende bezeichnet werden. Er leugnet ganz einfach, dass es ein volkswirtschaftliches Prinzip oder ein solches Interesse geben kann, welches die nüchterne Wirtschaftlichkeit des Betriebes beiseite setzen würde.

In neuester Zeit hat Professor Spann seine Lehre von der Fruchtbarkeit in der Volkswirtschaft entwickelt. Die Grösse des Volkseinkommens wird durch die zwei Grundmomente der Wirtschaft, nämlich einerseits durch die passive Grundlage, welche im Volksvermögen liegt, andererseits durch die aktive Betätigung der Nation bestimmt. Erst letztere verwirklicht den im Volksvermögen schlummernden Nutzen. Die Verwirklichung des latenten Nutzens heisst Fruchtbarkeit, und so hängt die Grösse des Volkseinkommens von der Fruchtbarkeit der Volkswirtschaft ab, welche die Ausnutzung des

Volksvermögens und der nationalen Arbeitskraft bedeutet. Nach ihm ist also fruchtbar für die Volkswirtschaft, was für die Ganzheit der Volkswirtschaft einen Nutzenzuwachs bedeutet. Nicht die Art der Beschäftigung an sich, sondern die Verhältnismässigkeit in der Eingliederung derselben in die Einheit der Volkswirtschaft entscheidet also über die Fruchtbarkeit. Im Plane der Wirtschaft ist fruchtbar, was keinen grösseren Nutzen um einen geringeren opfert. Diese Lehre steht nicht im Gegensatz zu der Darstellung von Liefmann, welche jedoch den Vorzug besserer Verständlichkeit hat. Die Ausführungen Spanns sind jedenfalls noch mit Vorsicht zu betrachten, und mit Recht bemerkt Ad. Weber über die diesbezüglichen Lehren von einer »organisch-universalistischen» Auffassung der Volkswirtschaft: »Immer mehr scheint Spann im Laufe seiner inneren Entwicklung in einen Pantheismus hineinzugleiten, der von dem Glauben getragen wird, dass gegenüber der Ganzheit das individuelle Wollen nichts bedeutet. Selbst wenn man ihm darin folgen wollte, müsste er doch noch den Weg zeigen, der zur Aufhellung der komplizierten Erscheinungen des volkswirtschaftlichen Kreislaufs führt. Jedenfalls ist das, was Spann universalistische Volkswirtschaftslehre nennt, etwas ganz anderes als die Wissenschaft, die man gemeinhin Volkswirtschaftslehre nennt.» Die Auffassung Webers gewinnt mehr und mehr Gehör, so dass es in der Forstwissenschaft vielleicht am besten ist, abzuwarten und zu erforschen, ob die Lehren Spanns beständig und Gemeingut der nationalökonomischen Wissenschaft bleiben werden. Heute ist es noch zu früh, darüber zu urteilen, und keinesfalls ist es berechtigt, auf diesen »Fruchtbarkeitsbegriff der Volkswirtschaft» eine waldwirtschaftliche Erwerbstheorie aufzubauen.

Auch wenn man die Meinungsverschiedenheiten in der Nationalökonomie nicht weiter verfolgt, kann man doch mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass es heute keine allgemein richtig anerkannte Auffassung über die volkswirtschaftliche Produktivität gibt, wenn man nicht auf rein wirtschaftspolitische Erwägung zurückgeht, wie Brentano 1910 bei seiner Argumentation im Sinne des Freihandels. Eine kurze Überlegung zeigt das deutlich. Wenn es z. B. in Finnland geboten wäre, nur die Ziele der Waldreinertragswirtschaft zu verfolgen, so wäre die Folge davon eine stark erweiterte Starkholzzucht mit kaum erhöhten Waldpreisen. Die Nachfrage bliebe dieselbe, doch das Angebot wäre bedeutend grösser geworden. Den Nutzen davon hätten besonders die Sägenbesitzer, das wäre evident in einem holzexportie-

renden Lande wie Finnland. Dadurch würde natürlich die Bedarfsdeckung der Waldbesitzer kaum befördert, und das notwendige Holz wäre mit unnötig grossen Kosten erzogen. Aber das ist nicht das Wesentliche. Wenn das Holz knapp wird, dann sind diese hohen Umtriebe der Waldreinertragswirtschaft keineswegs berechtigt, denn das bedeutet einen ziemlichen Holz- und Zuwachsverlust. Die Massenproduktivität kulminiert nach den bisherigen Untersuchungen im Alter von 55—75 Jahren, dagegen der Waldreinertrag oft im Alter von 120—140 Jahren. Wenn im Lande Mangel an Holz ist, dann sind allzulange Umtriebe »volkswirtschaftlich» nicht berechtigt, denn sie vermindern die Produktion von Holz bedeutend. Wenn somit das Interesse der Allgemeinheit in der Walderziehung gewahrt werden soll, darf der Umtrieb nicht wesentlich länger sein als der des grössten Massenzuwachses, und nur ein entsprechender Qualitätszuwachs berechtigt, den »natürlichen» Umtrieb zu verlängern. Wenn man hohe Umtriebe von dem Waldbesitzer fordert, kommt man zu dem Merkantilismus zurück, der die Industrie auf Kosten der Waldbesitzer begünstigte.

Nach diesen Bemerkungen ist es klar, dass der Waldreinertragswirtschaft kein solcher Platz in der theoretischen Waldwirtschaftslehre eingeräumt werden darf, wie es bisher zuweilen geschehen ist. Ihre Anwendung ist nur dort am Platze, wo absichtlich das privatwirtschaftliche Prinzip nicht in Anwendung kommt, und auch dort, wo die schlechte Absatzlage und die unsteten Preisverhältnisse eine genauere kaufmännische Einstellung des Betriebes nicht möglich machen. Der Gegensatz zu den Rentabilitätsbetrieben ist oft mehr scheinbar, und in der Tat verwirklicht z. B. eine Rohstoffwirtschaft des grössten Massenertrags in den Schleifholzbetrieben die Finanzwirtschaftlichkeit, die Nutzholzreinertragswirtschaft des Nordens auch die mögliche Rentabilität. Ein Unterschied zwischen den Produktivitäts- und Wirtschaftlichkeitzielen wird besonders bemerkbar erst bei Nutzholzzucht in guter Absatzlage und in intensiven Betrieben.[1])

3. Die Dauerwaldtheorie.

Gerade in neuester Zeit findet man eine neue Richtung in der Waldbetriebslehre, welcher manche »Betriebswirtschaftler» in der

[1]) Wie schon bemerkt, war diese Theorie früher sehr verbreitet, besonders in Nordeuropa, wo Böcker 1829, Barth 1857, Radloff 1807 und noch neuerdings Welander 1912 und Wallmo 1912 ihr huldigten. Auch Gylden 1853 erwähnt nur die Produktivitätsziele in § 49: »Om bestämmandet av turnus.»

Forstwissenschaft huldigen. Diese Schule stellt eine Massennachhaltigkeit des Holzertrags allen anderen Prinzipien voran, und besonders um zwei Punkte haben sich die Vertreter dieser Schule geschart. Erstens halten sie fest an einer Zuwachsmethode in der Ertragsregelung, und zweitens sind sie die Verteidiger der Massenkontrolle des Holzvorratskapitals, also einer durchaus technisch-materialistischen Auffassung. Als namhafte Vertreter dieser Richtung seien vor allen z. B. Biolley, Eberbach, Möller, Kordvahr, Lemmel, Kubelka und H. W. Weber genannt, und die Schar der Vertreter dieser Schule vergrössert sich beinahe »jeden Tag». Es liegt sehr nahe, die Wirtschaftstheorie dieser Schule besonders betreffs ihrer Wirtschaftsziele zu untersuchen, weil dieses nach Zuwachs und Masse orientierte Verfahren eigentlich nichts vom Kapital der Unternehmung und von Unternehmungsgeist wissen will. Der führende Name dieser Richtung ist in neuester Zeit wohl Möller, der den Dauerwaldgedanken geschaffen hat, und weil alle anderen Autoren sich zweckmässig um ihn gruppieren, wurde 1929 der Vorschlag gemacht, diese ganze Richtung als die Dauerwaldschule zu bezeichnen mit besonderer Rücksicht auf das ökonomische Programm dieser »Erhalter des Waldwesens». Sie ist wohl entstanden als eine Reaktion gegen die schlagweise Waldbenutzung und das Nachhaltigkeitsprinzip Heyers, das gegen forstliche Auffassung und Tradition verstösst.[1])

Die Gedanken, welche der Dauerwaldschule eigen sind, kann man schon weit früher aufspüren. So machten z. B. Oberforstmeister Lintz in Trier 1825 und Martin 1836 sowie Krauss 1848 Versuche, durch einfache Nutzung des Durchschnittszuwachses (Lintz und Martin) oder des von etwa 10 zu 10 Jahren immer wieder ermittelten laufenden Zuwachses dem Normalzustande näher zu kommen (Krauss). Nach Borggreve 1888, S. 135—136, verdankt die Lintzsche Methode ihren Ursprung einer Reaktion gegen die allzu penible Fachwerksmethode von 1819, deren Durchführung besonders in den übernommenen linksrheinischen Forsten zu umständlich er-

[1]) Mit Reservation ist hier auch anzuführen Kirklands »flexible rotation». Die Prinzipien dieser Theorie sind nach Recknagel, Bentley und Guise 1926, S. 201, folgende:

(a) Conserving the forest investment.

(b) Securing the best earning on the forest investment.

(c) Meeting the silvicultural requirements of satisfactory reproduction of the forest and avoidance of holding stands until the inroads of disease are serious.

(d) Securing the best returns in recreational, protective, and other advantages of the forest compatible with (a), (b), or (c); or in some cases they may be paramount.» — Auch Kasa 1926 in Norwegen huldigt ähnlichen Prinzipien.

schien. Sie ist damals tatsächlich angewandt worden, beanspruchte aber nach Borggreve nur den Wert eines summarischen Verfahrens. Es wurde aus den Abtriebserträgen aller Güteklassen der Haubarkeits-Durchschnittszuwachs des Reviers ermittelt, und dieser bildete mit den bisherigen fraktionsmässigen Durchforstungserträgen den Abgabesatz. Martin empfiehlt die Ermittlung des Altersdurchschnittszuwachses eines jeden Bestandes durch den Quotienten m/a. Die Summe des dz bildet den Hiebssatz für 10—12 Jahre. Dann muss derselbe aufs neue berechnet werden.[1]) Durch diese öfter wiederholte Ermittlung des Hiebssatzes und seine Nutzung werde der Normalzustand allmählich hergestellt. Bei überwiegenden Althölzern sei der jetzige dz grösser, bei überwiegendem Jungholz kleiner als der mittlere Jahreszuwachs der folgenden kurzen Periode. Wenn man also den vollen jetzigen Zuwachs dz nutze, verringere man den Holzvorrat im ersten und vermehre ihn im zweiten Falle. Dies wird natürlich auch heute als richtig zugegeben. Statt des derzeitigen dz will nun aber Krauss den laufenden Jahreszuwachs als Hiebssatz betrachtet wissen. Er stützt sich dabei auf die Voraussetzung, dass der GZ eines jeden Bestandes bei jedem Alter das Produkt des einjährigen Zuwachses mit dem Bestandesalter sei, dass also der summarische Zuwachs unbegrenzt nach Art einer arithmetischen Reihe wachse. Borggreve bemerkt l. c., dass diese Methode, weil sehr umständlich und offenbar prinzipiell unrichtig, wohl nur auf dem Papier geblieben sei. Dass dies jedoch nicht ganz richtig gedacht ist, beweist z. B. die Aussage von Endres 1922, S. 859: »Es gibt auch grössere Privatwaldungen, die ohne einen eigentlichen Wirtschaftsplan nachhaltig mit ungefähr gleichen jährlichen Hiebssätzen bewirtschaftet werden», und z. B. in Nordeuropa werden die grossen Wälder der Holzindustrie-Aktiengesellschaften grösstenteils nach dieser Methode bewirtschaftet. Man kann also feststellen, dass es immer seit der modernen Walderwerbswirtschaft Unternehmungen gegeben hat, die nach dem Zuwachse nachhaltig orientiert sind. Welches ist aber nun das ökonomische Ziel solcher Zuwachsmethoden und der Dauerwaldschule? Eine Antwort findet man z. B. in den programmatischen Publikationen von Biolley, Eberbach und Möller sowie in den Ausführungen in Webers »Forstwirtschaftspolitik».

Möller schreibt 1922, S. 74: »Jenes Verhältnis zwischen dem höchstmöglichen, höchstwertigen Vorrat eines im Dauerwaldbetrieb

[1]) Die Buchstaben m, a und dz bezeichnen die bekannten Grössen Masse, Alter und Durchschnittszuwachs der Waldbetriebslehre. GZ = Gesamtzuwachs.

bewirtschafteten Waldes, der die dauernde Erzeugung eines höchstmöglichen, höchstwertigen Zuwachses verbürgt, und diesem letzteren selbst ist ein naturgesetzlich für jeden Wald begründetes, durchaus Feststehendes, Unabänderliches». S. 68 liest man weiter: »Ein fester Abnutzungssatz muss auf alle Fälle durch das Betriebswerk dem Wirtschafter gegeben werden. Dieser Abnutzungssatz ist gleich dem jährlichen Zuwachs, wenn der Wald den zur Erfüllung seines Zwecks erforderlichen Aufbau und Vorrat besitzt, und kleiner, wenn letzteres nicht der Fall ist, die Mehrung des Vorrats demnach eine Notwendigkeit ist. Da wir im Dauerwaldbetriebe nicht einen erheblichen Bruchteil der Fläche von der Derbholzproduktion dadurch ausschliessen, dass wir ihn zur Erziehung übergrosser Mengen junger Pflanzen bestimmen, so muss im Dauerwalde der richtige Vorrat stets höher sein als in einem nach den Grundsätzen des schlagweisen Hochwaldes eingerichteten Walde, und deshalb muss Vorratsvermehrung fast ausnahmlos beim Übergang zur Dauerwaldwirtschaft gefordert werden. Ich habe deshalb die Erreichung eines möglichst hohen und wertvollen Vorrats als Ziel der Dauerwaldwirtschaft aufgestellt», und weiter Seite 67: »Ein periodisch aufzunehmender Nachweis des Waldzustandes oder Vermögens und ein laufender Nachweis der Nutzungen und Aufwendungen mit dem Zwecke, jederzeit die Wirkung unserer Wirtschaft und ihrer Nutzungen auf das Vermögen feststellen und den Nachweis der Nachhaltigkeit führen zu können». Hier wird also die Nachhaltigkeit und Stetigkeit des Waldwesens als das Ziel der Waldwirtschaft betrachtet. Noch entschiedener drückt sich Möller, S. 73, aus, wo er sich über Biolley folgendermassen äussert: »Er kommt aber unsern, auf den Begriff der Verzinsung eingestellten Reinerträglern, scheinbar mehr entgegen, als ich, der ich ihre Grundanschauung als irrtümlich bekämpfen zu müssen glaube». Hier bekennt sich der Schöpfer des Dauerwaldes kategorisch zu der Produktivitätstheorie, und damit wird seine auf Produktivität gerichtete Anschauung von denselben Bedenken betroffen, die früher bei der Kritik der Waldreinertragstheorie hervorgehoben wurden.

Biolley, der schweizerisch-französische Forstmann, ist in den letzten zehn Jahren sehr modern geworden, und seine »Kontrollmethode» hat als eine Zeiterscheinung sehr viel Anerkennung gefunden. Nicht wenig hat sich Eberbach um die Popularisierung seiner Arbeiten verdient gemacht, und sie haben eine freundliche Aufnahme gefunden unter den jüngeren Betriebswirtschaftlern, die aus Gewissensbedenken die Rentabilität der Waldwirtschaft »bekämp-

fen zu müssen glauben.» Es ist darum notwendig, die Wirtschaftstheorie von Biolley etwas näher zu untersuchen. Er sagt selbst über die Ziele der Waldwirtschaft und über die Forsteinrichtung im allgemeinen folgendes (Möller 1922, S. 71):

»L'aménagement sera *l'observateur*, et le traitement *l'expérimentateur*. Les effets de la mise en oeuvre des forces et des matières offertes au producteur forestier, les rapports qui s'établissent, sont du domaine des faits, non celui de la théorie. On peut bien les étudier, les observer, les influencer, dans une certaine mesure les solliciter même, mais non les fixer et les mesurer d'avance; ils doivent nécessairement varier avec les circonstances et les lieux et surtout avec le traitement. Il s'agit donc de les saisir dans leur variété en corrélation avec les interventions humaines. L'aménagement rationel sera la *systématisation des expériences faites ou à faire par le traitement;* son but est de préparer et de développer la base expérimentale du traitement, afin que celui-ci devienne, à son tour; *experimental.*

Il cherchera à substituer aux chômages et aux jachères répétés de la futaie simple, l'utilisation perpétuelle et aussi totale que possible sur chaque unité de la surface de tous les éléments de la production, qu'ils soient dans le sol ou dans l'atmosphère; à établir un meilleur rapport entre l'accroissement et le matériel; à assurer l'intervention opportune du sylviculteur en faveur de l'accroissement, de la sélection et de la conservation du milieu ambiant; il tendra donc à substituer les constantes de la futaie organisée sur la donnée de l'accroissement, aux variables de celle organisée sur la donnée de l'âge. Autrement dit: il visera:

a) *à produire le plus possible;*
b) *à produire par les moyens le plus possible réduits;*
c) *à produire le mieux possible.*»

Nach Biolley soll also das Ziel des Waldbetriebes sein:

a) die höchstmögliche Erzeugung,
b) die möglichst sparsame Erzeugung,
c) die höchstwertige Erzeugung.

Hier findet man alle Prinzipien vertreten, die überhaupt als Grundprinzipien der Waldwirtschaft aufgestellt worden sind, und Biolley glaubt, dass sie alle friedlich nebeneinander gedeihen können. Was das erste Prinzip betrifft, ist es gerade das Prinzip der grössten Massenerzeugung, ein altes bekanntes Prinzip. Das zweite Prinzip besagt wohl nach Möller, der Vorrat solle so gering sein, wie nur möglich, ohne den Zweck der grössten Massenerzeugung zu beeinträchtigen. Nach

ihm würde nicht die Anhäufung eines höchstmöglichen Vorrats an sich, sondern die dauernde, ununterbrochene Erzeugung möglichst hoher Holzwerte das ökonomische Ziel sein. Weil sich aber fast nirgends mehr in den Wäldern der dazu genügende Vorrat findet, hält er es für richtig und notwendig, zunächst die Steigerung des Vorrats in die erste Linie zu rücken, und da wir die Höhe des für den Dauerwald in jedem örtlichen Falle besten Vorrats nicht kennen, wird die Heranbildung eines höchstmöglichen Vorrats zunächst zum Ziele der Wirtschaft. »In seinen an die Privatwaldbesitzer gerichteten Erörterungen macht B i o l l e y immer wieder auf die Notwendigkeit einer genauen Vorratsaufnahme im ganzen Walde aufmerksam und auf die Notwendigkeit, für jede Wirtschaftsfigur eine Übersicht über die Hiebsergebnisse zu schaffen, um nach einer bestimmten kürzeren oder längeren Frist durch abermalige Aufnahme des Vorrats und durch Vergleich mit der früheren die Einwirkungen der Eingriffe auf den Vorrat feststellen zu können. So allein gelange der Eigentümer allmählich zu einer wirklichen Kenntnis darüber, welches Vorratskapital er im Walde besitze und welchen Ertrag er damit erziele. Sollte nun das Verhältnis dieser beiden Grössen den Eigentümer nicht befriedigen, so warnt er ihn eindringlich vor Kahlschlag und Versilberung, denn man ersetzt das Holzkapital, dessen künftige Wertsteigerung sicher ist, durch ein Geldkapital, dessen künftige Entwertung ebenso sicher ist. Man ersetzt die Erzeugung eines entweder dem Besitzer selbst oder der Allgemeinheit nützlichen Produktes durch Geldeinnahme; Geld aber ist ein Tauschmittel, kein Produktionsmittel», vgl. K o r d v a h r 1919, S. 1, und 1921, S. 106. Es besteht nach diesen Äusserungen kaum ein Zweifel darüber, dass B i o l l e y trotz einiger abweichender Ausführungen zu der Dauerwaldschule zu rechnen ist, das beweist schon sein Satz: »cette fôret produit et agit parce qu'elle dure». Seine Ausführungen über die Rentabilität und Wirtschaftlichkeit sind so vag und unklar, dass es gewagt erscheint, daraus Konsequenzen zu ziehen, auch ist der Begriff der Materialverzinsung ein technischer Ausdruck. Auch M ö l l e r erklärt, dass die Wirtschaftstheorie B i o l l e y s ihn als Gewährsmann der Reinerträgler unmöglich mache. Hauptsächlich gehört auch B i o l l e y s Wirtschaftsziel zu den Produktivitätszielen, und damit dürfte man E b e r b a c h auch ohne weiteres zu den Waldreinerträglern rechnen. Es scheint jedoch aus methodologischen Gesichtspunkten geboten, etwas bei seinen Darstellungen zu verweilen, gerade weil er eine Erwerbstheorie der Waldwirtschaft herausgegeben hat.

Ausser in seinen zahlreichen anderen Schriften hat Oberforstrat Eberbach seine Waldwirtschaftstheorie in seiner »Forstlichen Erwerbswirtschaft», 1927, entwickelt. Er steht von Grund aus in Streit mit aller Rentabilitätsrechnung im Waldbetrieb und kann von diesem Gesichtspunkt aus keine waldwirtschaftliche Unternehmung gutheissen. Seite 6 z. B. schreibt er: »Zwar erhob sich wegen der offenbaren Gefahr, die die praktische Auswertung der Rentabilitätsrechnungen für die Erhaltung unserer Vorräte bringen müsste, vielfacher Widerspruch, und es setzten sich namentlich die praktischen Forstwirte zur Wehr, die nicht verstehen konnten, warum man Gegenwartsvorräte, die doch am besten und sichersten an dem beurteilt werden, wie sie sind, noch kritisch werten sollte an Rentabilitäts-Kalkulationen, die sich in einer fernen, ganz unsicheren Zukunft verlieren: aber man kämpfte vielfach um Formeln und übersah das, worauf es ankommt: *denn es ist ja in Wirklichkeit gar nicht so, dass unsere Forstbetriebe wegen ihrer »Rentabilität» bestehen*; Wald wird aus den verschiedensten Gründen angelegt, erworben, übernommen, umgetrieben, aber kaum jemals wegen seiner Rentabilität. Die weitaus überwiegende Mehrzahl der Waldbesitzer, allen voran die Waldbesitzer des öffentlichen Rechts, hat gar keine Veranlassung und im übrigen auch gar nicht die Möglichkeit, der Rentabilität ihrer Waldungen, d. h. der Frage nachzugehen, welcher Zinsfuss von ihren Betrieben erwirtschaftet wird. Was sie dagegen ausnahmslos in höchstem Masse interessiert, das ist, wie hoch der Gewinn ist, den ihre Waldungen abwerfen und wie es mit der Kapitalerhaltung bei ihnen bestellt ist». Die Grundgedanken seiner Wirtschaftstheorie sind somit erstens die höchstmögliche Wertproduktion pro Jahr und Hektar und zweitens eine sichere Kapitalerhaltung, beides Grundprinzipien der Waldreinertragswirtschaft. Dies ist auch offenbar der Sinn seiner Definition der Waldwirtschaft auf Seite 20: »Wenn auf baumbestockter Fläche die Erzeugung von Holz in der Absicht betrieben wird, aus der Verwertung des erzeugten Holzes regelmässig einen Gewinn zu ziehen, so erhält der Wald, in dessen äusserem Rahmen diese Absicht betätigt wird, die Bedeutung einer Erwerbswirtschaft». Diese Definition ist betriebswirtschaftlich nicht vollständig. Schon früher wurde bei unserer Untersuchung des Begriffs Bewirtschaftung hervorgehoben, dass für eine Erwerbswirtschaft die sorgsame Erwägung im Interesse des wirtschaftenden Subjekts, hier des Waldbesitzers, kennzeichnend ist. Eberbach dagegen begnügt sich mit der Hervorbringung von Holz und auch dessen Verkauf, damit daraus Einkommen erzielt würde

— alles dies bezeichnet nur die Produktivität der waldbaulichen Produktionsweise, von einer Wirtschaftlichkeit, die eine Erwerbswirtschaft bezeichnen würde, findet sich ausdrücklich in der Definition Eberbachs nicht viel. Die ganze Wirtschaftstheorie Eberbachs muss somit als eine *fiskalische Theorie der Forstverwaltungen, besonders öffentlicher Personen, gelten,* wenn auch die Prinzipien der Produktivität in ihr sehr vollständig und mit lobenswerter Gründlichkeit dargestellt sind. Es bleibt also nichts übrig, als diese Wirtschaftstheorie zu den Dauerwaldtheorien der Waldreinertragsschule zu rechnen, und dabei hilft keine noch so »kaufmännische Überwachung» des Ganzen, hier fehlt der wahre Erwerbsgeist. Es ist sehr zu bedauern, dass auch diese Wirtschaftstheorie aus den vollständigen Betriebstheorien der Waldwirtschaft zu streichen ist. Übrigens zeigt dieses Beispiel, wie leicht man in der Waldwirtschaft, wo es sich um eine Urproduktion von Holz handelt, die Ziele der Produktion und der Wirtschaft verwechselt. Eberbach glaubt dieser Schwierigkeit entgangen zu sein, wenn er behauptet, dass der technische Erfolg nur beurteilt werden kann aus der ertragsgeschichtlich festgestellten, am erhaltenen Vorrat gemessenen Leistung an Erntefestmetern, die in einer gewissen Zeit erreicht worden ist (vgl. hier die Materialverzinsung Biolleys), dass aber der kaufmännische Erfolg nur beurteilt werden kann nach der Waldrente, dem Geldertrag. Er scheint nicht zu beachten, dass Produktivität auch in dem Verkaufserlös der Produkte ausgedrückt werden kann, und dies ist eben das Prinzip der Waldreinertragsschule. Anders wird es dagegen, wenn die durch verschiedene Wirtschaftsziele möglicherweise erzielbare Waldrente zum Maximum des Waldertragswerts führen soll, dann kann es wirtschaftlich sein, einen Bestand abzutreiben vor dem Alter der grössten Wertleistung pro Hektar und Jahr, also wenn der Wertzuwachs ziemlich langsam ist. Diese wirtschaftlichen Erwägungen sind der Dauerwaldschule fremd geblieben, und alles dies kann uns nur bestimmen, die Wirtschaftstheorie Eberbachs vom kaufmännischen Standpunkt aus abzulehnen. Auch seine Wirtschaftsbilanz, auf welche in anderem Zusammenhang zurückgekommen wird, erweckt trotz »kaufmännischer Behandlung» einige Bedenken bei dem Bilanzmann. Gerade in neuester Zeit werden Waldgüter in grossem Umfang, z. B. in Finnland, gekauft, und wegen der Geldknappheit und somit wegen des hohen Diskonts wäre es unnatürlich, eine Erwerbstheorie zu gebrauchen, die nur auf Produktivität abzielt. Dies ist theoretisch gesehen unmöglich, und wir glauben, dass sich die Lage in Deutschland wegen der letzten Agrarkrise

ebenso verhält. Die Waldbetriebe müssen den allgemeinen wirtschaftlichen Forderungen entsprechen, wenn auch zuzugeben ist, dass dies nicht so leicht ist wie z. B. im Bankbetrieb, wo alles in Mark und Pfennig in Bücher eingetragen wird. Diese Theorie muss also als ein Versuch zur Einführung der alten Waldreinertragslehre beurteilt werden.

Es ist kaum zu verwundern, dass diese Regelung durch die Zuwachs- und Massenvorratsmethoden eine grosse Verbreitung gefunden hat, denn sie löst befriedigend und ohne irgendwelche Skrupel die meisten praktischen Aufgaben der Forstverwaltung, nur mit der Ausnahme, dass sich die Wertkontrolle und Kapitalisierung der Erträge nicht durchführen lassen. Nur in dem Falle, dass die Preise mit den Sortimenten nicht wechseln, sind diese Methoden auch theoretisch berechtigt, welche Umstände jedoch bei der heutigen Waldbenutzung eine Ausnahme zu sein scheinen; in den Wäldern der nordischen Industrie-Aktiengesellschaften, welche die Wälder als eigene Rohstoffvorräte behandeln, sind sie z. T. brauchbar.

Ebenso legt auch z. B. K u b e l k a 1914 viel Gewicht darauf, dass die Zuwachs- und Massenvorratsmethoden überall seiner Ansicht nach anwendbar sind. Er hat besonders den Vortrag Oberförster S t e p h a n i s über die Kontrollmethode nach G o u r n a u d und B i o l l e y verwertet und ausserdem das ausgezeichnete Werk von H u f n a g l über »Praktische Forsteinrichtung» benutzt. K u b e l k a betont die Feststellung des Hiebssatzes aus genauen Erhebungen über Zuwachs und Vorrat und beim Bezug desselben auf die Erfüllung der waldbaulichen Forderungen. Ausser der Erfüllung der waldbaulichen Forderungen, die in der Schaffung naturgemässer Zustände im Wirtschaftswalde gipfeln, verfolgt die Methode noch die Absicht, die Wirtschaft so einzurichten, dass dem Waldbesitzer jedes finanzielle Opfer erspart bleibt, auch das kleinste. Dieses Ziel erreicht K u b e l k a durch den höchsten Zuwachs, der unter gegebenen Verhältnissen für die geeigneten Holzarten möglich ist, und durch die Herstellung eines der Normalität nahekommenden Zustandes innerhalb einer gewissen, mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Erfüllung der waldbaulichen Forderungen nicht allzu kurz bemessenen Zeit. Im allgemeinen denkt sich K u b e l k a die wirtschaftlich-technische Orientierung der Waldwirtschaft äusserst einfach. Die Aufstellung eines allgemeinen Hiebsplanes kann entfallen. Der Hiebsplan besteht darin, dass die aus jedem Betriebskörper zu beziehende Jahresnutzung angegeben wird. Die Bestimmung, wo diese Holzmasse innerhalb des Betriebskörpers

zu holen ist, wird im allgemeinen dem Wirtschaftsführer zu überlassen sein. Der Betriebseinrichter wird nun in der Zusammenstellung der zu ergreifenden wirtschaftlichen Massnahmen andeuten, in welchen Waldorten grössere Mengen hiebsreifen Holzes sich befinden, deren alsbaldige Nutzung erwünscht wäre. Zu dem hiebsreifen Holze sind alle jene Stämme zu zählen, die keinen entsprechenden Zuwachs aufweisen, also das überalte Holz, dessen Zuwachsprozent unter 1.5 gesunken ist, und die kranken, schlecht geformten und schadhaften Stämme, insofern diese nicht schon früher durch die Pflegehiebe entfernt worden sind. Dies alles klingt äusserst einfach, und in solchen Verhältnissen, wo keine vollkommen entwickelte Erwerbswirtschaft getrieben wird, und in Kleinbetrieben sind diese Massnahmen zu empfehlen. In grossem Erwerbsbetrieb ist auch diese Methode vielleicht allzu einfach. Doch hat sie ihre Vorteile gegenüber den früheren Methoden, und das liegt in der grossen Verständigung mit der ausführenden Praxis und den wirklichen Verhältnissen. So sagt K u b e l k a besonders: »Die Trennung in Haubarkeits- und Zwischennutzung fällt natürlich ganz weg, ebenso die sehr subtile Unterscheidung zwischen zufälligen Ergebnissen und Zufallsnutzungen», und: »Nichts ist leichter als eine Forsteinrichtung nach dieser Methode. Jeder Praktiker kann sich seinen Wald selbst einrichten.» Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Zuwachsmethode noch eine grosse Zukunft haben wird, trotzdem sie nicht allen betriebswirtschaftlichen Forderungen ganz gerecht wird, sie ist ein typischer Repräsentant der Produktivitätsschule. Aber es ist auch wirklich als ein bedeutender Fortschritt zu bezeichnen, dass die Waldbesitzer über die Zuwachsverhältnisse ihrer Wälder unterrichtet zu werden wünschen, dann wird ihnen mit der Zeit auch das ökonomische Ziel klar genug. Neuerdings haben sich auch die beiden »Betriebswirtschaftler» L e m m e l 1925 und H. W. W e b e r 1926 in Deutschland dieser Richtung angeschlossen.

Es ist bei der Beurteilung der Dauerwaldtheorie zu beachten, dass einzelne Vertreter dieser Richtung durch ihre »sparsame Erzeugung» und durch die »Materialverzinsung» zu Umtrieben gelangen, welche nicht viel von denen der Rentabilitätstheorien abweichen, und wenn man noch das tiefe Verständnis für die Eigenart der waldwirtschaftlichen Produktion beachtet, das diese Richtung aufweist, so ist zu verstehen, dass sie sehr viel zu einer moderneren Wirtschaftsauffassung vom Waldbetriebe beigetragen hat.

4. Die Bodenreinertragstheorie.

In Anlehnung an den Begriff der Waldrente ist es geeignet, auf die ökonomischen Ziele der Bodenreinertragstheorie einzugehen, denn diese Schule gründet, wie schon früher erläutert, ihre wirtschaftliche Orientierung auf einen besonderen Erfolgsbegriff des Waldbetriebs, welcher von seiten der Praxis keine einhellige Zustimmung gefunden hat. Noch im Jahre 1928 schreibt der hervorragende deutsche forstliche Schriftsteller W a g n e r: » Als Ziel der Forstwirtschaft — einer »Bodenwirtschaft» — bezeichnet uns nämlich die Forststatik: Auf dem Waldboden so zu wirtschaften, dass der Überschuss des Jetztwerts sämtlicher künftigen Erträge, die wir ihm abgewinnen, über den Jetztwert aller aufzuwendenden Kosten ein möglichst hoher wird, d. h. dass wir eine möglichst hohe Bodenrente erwirtschaften». Kein Irrtum ist möglich, hier haben wir es mit einer Bodenwirtschaft zu tun, eine Bestockung ist etwas Variierendes, »Umlaufendes», und in den Rentabilitätskalkülen wird darum von einem nackten Boden ausgegangen.[1])

Diese Lehre, die von Oberförster F a u s t m a n n durch seine Formel des Bodenertragswerts in der Allg. Forst- und Jagd-Zeitung 1849, S. 443, dargestellt wurde, erweckte gleich zu Anfang heftigen Widerstand, doch wussten ausgezeichnete Theoretiker wie H e y e r und vor allem E n d r e s sie zur herrschenden Lehre der Universitäten zu machen, und diesen Führerplatz hat sie bis auf unsere Tage behalten. In der Praxis hat sie wenig Eingang gefunden. Nicht einmal

[1]) Nach dieser Theorie war der Waldboden »stehendes» oder »fixes», nach unserer Terminologie spezifisches Kapital, dagegen der Holzvorrat »umlaufendes», nach unserer Terminologie Kostenkapital: nur die Zinsen des umlaufenden oder Kostenkapitals wurden vom Rohertrage abgezogen nach bedungenem forstlichen Zinsfusse. Volkswirtschaftlich ist diese Theorie begründet in einer wenig beachteten Arbeit von F e i s t m a n t e l 1856, wo er S. 13 schreibt: »Gewissermassen können die umlaufenden Capitalien aber auch zugleich stehend sein. So z. B. der im Walde bleibend zu erhaltende productive Holzvorrat...... Dadurch wird ein bleibender Holzvorrath, ein stehendes Capital geschaffen. Da jedoch dieses Capital im Laufe einer Umtriebszeit jedesmal regeneriert wird, so ist dasselbe immerhin auch ein umlaufendes Capital.» Es ist einleuchtend, dass F e i s t m a n t e l hier sowohl technische wie wirtschaftlische Momente vermengt. Auch M a r o n 1848 tritt schon für kurze Umtriebe ein und entwickelt in der Hauptsache den Rentabilitätsgedanken, welcher später für die Bodenreinertragstheorie und Rentabilitätstheorien massgebend wurde. In Nordeuropa wurde diese Lehre durch H o l m e r z 1874 und B l o m q v i s t 1879 eingeführt.

in Sachsen, wo sie offiziell eingeführt wurde, hat man ihre Ziele verfolgt, wie Wiedemann darüber berichtet: »Um 1870 unter Pressler wurde die Bodenreinertragslehre in den Staatswald übertragen. Es errechneten sich tatsächlich finanzielle Umtriebe von 55 bis 75 Jahren (im Durchschnitt 65 Jahre), nur auf den geringsten Bonitäten 85 Jahre. Diese niedrigen Umtriebe sind aber in der Praxis niemals durchgeführt worden, vielmehr betrug der mittlere, der Wirtschaft zugrunde gelegte Umtrieb 85 Jahre. Er war also nicht,......, um 10, sondern um 31 % höher als der errechnete, und die tatsächlich 1874—1919 genutzte Abtriebsfläche entsprach sogar einem 96-jährigen Umtrieb», Silva 1925, S. 297. In keinen anderen Staatswäldern wurden Versuche mit der Einführung dieser Wirtschaftsziele gemacht. Die Lehre ist in den Privatwäldern viel gebraucht geworden, und als eine Reaktion gegen sie wurde, wie schon bemerkt, die neue Dauerwaldschule entwickelt, deren ökonomisches Programm etwas unklar ist, aber grösstenteils mit den Zielen der alten Waldreinertragstheorie zusammenfällt. Es sollen die theoretischen Grundlagen der Bodenreinertragstheorie etwas näher betrachtet werden.

Faustmanns Bodenwertformel wurde in der Form

$$B = \frac{E + rD - C\,1.op^u}{1.op^u - 1} - \frac{A}{0.op}$$

aufgestellt, wobei E den Abtriebsertrag, rD die Werte sämtlicher, auf das Ende der Umtriebszeit reduzierten Durchforstungen und $\frac{A}{0\,op}$ das Verwaltungskostenkapital bedeutet. Schon früher hatte König in seiner »Anleitung zur Holztaxation», 1813, die erste Berechnung des Bodenwerts auf Grund der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Bodens ausgeführt, doch wurden von ihm an Stelle des Kulturkostenkapitals nur die einmaligen Kulturkosten c in Abzug gebracht, wodurch die Formel einen wesentlich anderen Inhalt erhielt. Erst eine nähere Diskussion zeigt, wie und nach welcher Richtung die Organisation von Wirtschaft und Betrieb nach dieser Formel ausgeführt wird.

Prinzipiell wird in dieser Theorie jeder Bestand als ein selbständiges wirtschaftliches Unternehmen betrachtet, und es ist die Sache der Forstverwaltung, die hierfür nötigen Grundlagen zu schaffen.

[1]) In dieser Richtung hat später Hönlinger 1904, 1926, gearbeitet, und auch er gehört, trotzdem er den Nachhaltsbetrieb untersucht, in den Umkreis dieser Schule.

Das Unternehmen beginnt mit dem nackten Boden, der kultiviert wird. Als das leitende Prinzip wird bei dem Wirtschaftlichkeitskalkül angesehen: »Bei jeder Produktion steht naturgemäss der Hauptaufwand am Anfang des Prozesses, bei seiner Einleitung, während sich der Erfolg erst beim Abschluss, d. h. am Ende einstellt. Der Anfangsaufwand ist somit über die ganze Produktionszeit zu verzinsen, ehe er dem Endertrag gegenübergestellt werden kann. Dabei wirkt im Forstbetriebe der bereits erwähnte Umstand sehr ungünstig, dass der Produktionszeitraum hier eine im wirtschaftlichen Leben einzig dastehende Dauer hat, so dass der Aufwand zu Anfang mit vielen Zinsen belastet erscheint, wenn er mit dem Ertrag verglichen werden soll, und ebenso, dass diese Zinslast von grossem Einfluss ist auf die ökonomisch vorteilhafteste Dauer der Produktionszeit», W a g n e r, op. c., S. 57. Die Formel der Bodenreinertragstheorie wird auf folgende Weise verstanden: Sie stellt ein *statisches* Verlust- und Gewinnkonto dar, das nicht nur ein Jahr, sondern den ganzen Produktionszeitraum von 60—150 Jahren umfasst. Auf der einen Seite hat man den Abtriebsertrag und den Nachwert der Durchforstungen. Auf der anderen Seite hat man die kapitalisierten Kulturkosten und Verwaltungskosten, somit das Kulturkostenkapital und das Verwaltungskostenkapital. Das Ganze kann in folgender Weise aufgestellt werden:

B e r e c h n u n g d e s B o d e n r e i n e r t r a g s:

Soll:	*Haben:*
Das Verwaltungskostenkapital	Der Abtriebsertrag
Das Kulturkostenkapital	Die Summe der Durchforstungserträge.
Der Reinertrag	

Der Reinertrag bildet eine periodische Rente, deren Kapitalwert sich durch Division mit $(1.op^u—1)$ ergibt. Als Resultat dieser Kapitalisierung erhält man den Ausdruck für *den Bodenertragswert*, dessen Grösse die Wirtschaftlichkeit angeben soll. Multipliziert man die Formel des Bodenertragswerts mit O.op, so erhält man *die jährliche Bodenrente* oder *den jährlichen Bodenreinertrag*. Lässt man aber, wie in unserem Beispiel, das Verwaltungskostenkapital weg, dann entsteht *der Bodenbruttowert*. Viel Gewicht wird auf diese Methode gelegt. So schreibt z. B. E n d r e s über dieses Ziel des grössten Bodenertragswertes: »Ein ausschlaggebender Gradmesser für den Stand des Wirtschaftserfolges ist die erwirtschaftete Bodenrente. Unter sonst gleichen Umständen ist jenes Wirtschaftsverfahren das einträglichste,

welches die grösste Bodenrente gewährt» (1923, S. 206), und weiter: »Da die durchschnittliche, von jedem Besitzer des Bodens unter Wahrung des Grundsatzes der Wirtschaftlichkeit erzielbare Bodenrente den Bodenwert bestimmt, bildet dieser auf einen bestimmten ziffermässigen Betrag eingewertete Bodenwert die Grundlage für die Berechnung des Wirtschaftserfolges. Der Bodenwert erscheint hier als Anlagekapital, seine Zinsen, d. h. die Bodenrente, werden hier als Betriebskosten oder Produktionsaufwand behandelt. Ihnen steht die erwirtschaftete Bodenrente gegenüber». In diesem Falle wäre also der Unterschied zwischen Bodenkostenwert und Bodenertragswert der Unternehmergewinn des Waldbesitzers. *Da jedoch der Bodenkostenwert für »reale» Bestände beinahe niemals mit Sicherheit zu bestimmen ist, bleibt als Ziel nur übrig, eine möglichst hohe Bodenrente zu erzielen.*

Das Besondere dieses Systems lässt sich in zwei Hauptgedanken herauskristallisieren. Erstens ist die zu erzielende Bodenrente eine *Residualgrösse*, denn für die Holzvorräte wird erlangt eine bestimmte Verzinsung *p*, die in dem Quotienten für die Diskontierung des Reinertrags erhalten ist. Dieses Prinzip ist gleich der Ricardoschen Bodenrente, welche in dieser Auffassung in moderner Wirtschaftstheorie nicht mehr in Frage kommt. Es ist an der Zeit, auch auf die Waldbetriebstheorie die Folgerung von Schumpeter in »Wirtschaftstheorie der Gegenwart», Bd. 1, 1927, anzuwenden (S. 7): »Im Grunde ist auch Ricardos Rententheorie keine Erklärung des Phänomens, sondern nur eine Methode, das Bodenelement aus der Wert- und Preistheorie auszuschalten». So gestaltet sich auch die Bodenreinertragstheorie von Faustmann, Heyer, Judeich und Endres. In dieser wird ebenfalls der Wert des Bodens als Kostenelement der Bestandeserziehung eliminiert. So äussert diesbezüglich Endres 1922, S. 39: »Sie ist keine von vornweg gegebene Grösse, sondern der Rest, der übrigbleibt, wenn die auf die Produktion verwendeten Kapitalien, deren Abnutzungs- und Nutzungspreis, sowie die Arbeitskosten aus dem Rohertrage bestritten worden sind», und weiter S. 38: »Daher ist der Boden ein selbständiger Faktor der Produktion, ein Naturfaktor, der in diesem Sinne keine Kapitaleigenschaft besitzt». In seinem »Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik», 1919, S. 272, sagt er: »Die Bodenreinertragswirtschaft dagegen nimmt den Waldreinertrag nicht unbesehen hin und lässt sich durch seine Grösse an sich nicht täuschen. Sie ist nur mit dem Waldreinertrage zufrieden, der den Höchstbetrag der erwirtschaftbaren Boden-

rente in sich enthält. Ist dies der Fall, dann verzinst sich auch das Holzvorratskapital zu dem unterstellten Wirtschaftszinsfuss. Die Bodenreinertragswirtschaft analysiert also die beiden Bestandteile des Waldreinertrages». Diese Vorliebe für die Bodenrente stammt ganz sicher von dem grossen Einfluss, welchen Ricardo durch die Arbeiten von Hermann in Deutschland in den 1830- und 40-er Jahren gewann. Diese Wirtschaftstheorie ist im Kern als falsch erwiesen und kann nur verteidigt werden, wenn die Vorzüglichkeit der Bodenrente im Geldbeutel des Waldbesitzers bewiesen wird, was aber unmöglich ist. Wenn der Waldboden und Holzvorrat beide spezifische Produktivmittel der Waldwirtschaft sind, kann man den Preis des Holzes nicht zwischen beiden aufteilen, es hätte keinen Sinn, denn keiner von ihnen beiden kann Holz erzeugen, wenn nicht in Zusammenarbeit. Die Bodenrente in der Waldwirtschaft bildet einen so kleinen Teil des jährlichen Einkommens, dass sie ohne erheblichen Schaden vernachlässigt werden könnte, wenn nur mit dem wertvollen Holzvorrat geschickt gewirtschaftet wird.

Zweitens ist die Auffassung von dem »*umlaufenden Kapital*» der Waldwirtschaft dieser Schule als einseitig befunden worden, und gerade darum müssen die Zinsen des Holzvorrats»kapitals» nach einem bedungenen Wirtschaftszinsfusse p in Abzug gebracht werden. Aereboe hat schon ausführlich über diese Sache berichtet, und man kann nur seine Worte nochmals wiederholen (1919, S. 110): »Das ist aber etwas ganz anderes als was die Verfechter des alten Begriffs des umlaufenden Betriebskapitals reden. Ich kenne nur Geld als Betriebskapital. Vorräte sind nicht selbst solches, sondern ein Mittel, um Betriebskapital zu schaffen, und zwar umfassen sie diejenigen Teile der Landgutswirtschaft, welche sich am leichtesten in Geldmittel umsetzen lassen. Vorräte, soweit sie aus dem Betriebe stammen, sind in der Landwirtschaft Ernteerzeugnisse, die regelmässig verkauft oder in verkäufliche Erzeugnisse umgewandelt werden und dann in Form von Geld als Betriebskapital zu dienen haben». So ist es auch mit den Holzvorräten eines Waldes, sie sind *spezifische Inventarbestände, und gerade darum wird von ihnen nicht die Verzinsung des flüssigen Betriebskapitals gefordert.* Dies ist heute auch durch die Dauerwaldschule und besonders durch Jonson 1917 energisch hervorgehoben. Somit fällt auch in dieser Hinsicht jeglicher Grund weg, das Holzvorratskapital anders als das Bodenkapital zu behandeln. In dieser Beziehung ist also die Bodenreinertragstheorie nicht vollständig, trotz der »Unanfechtbarkeit der Formel Faustmanns», aber ihre Kalkulationen führen doch meistens zum richtigen Umtrieb.

Drittens sei noch in aller Kürze auf die Art und Weise hingewiesen, wie der Reinerfolg berechnet wird. Der modernen Betriebswirtschaftslehre ist ein solches Vorgehen unzweckmässig, eine Kapitalisierung laufender Kosten kommt doch meistens nicht in Frage, ebenso keine Kapitalien für Steuerlasten, Verwaltungskosten usw.[1]) Alles dies erscheint nicht mehr ganz zeitgemäss, dagegen wohl eine Unterscheidung im Anschluss an die dynamische Bilanz zwischen wirklichen Anlagekosten und Betriebskosten. Da sind die erstmaligen Kulturkosten des nackten Bodens, wie schon bemerkt, als Anlagekosten zu behandeln und bilden einen Zuschuss des Waldvermögens, und sie sind überhaupt nicht in die jährliche Erfolgsrechnung mitaufzunehmen. So Hervorragendes auch die Bodenreinertragstheorie als Reaktion gegen die alte Produktivitätslehre in der Geschichte der Forstwissenschaft geleistet hat, heute hat sie wirtschaftstheoretisch keine volle Berechtigung mehr.

Lemmel hat schon früher (1925) die Aufmerksamkeit auf die Rolle der Bodenrente bei der Zielsetzung gelenkt, indem er zeigt, dass die Bodenrente erheblich rascher als die Gesamtverzinsung des ganzen Waldvermögens sinkt, da bei der Berechnung der ersteren dem Holzvorrat ein fester Anteil des Reinertrags zugerechnet wird, das Sinken des Reinertrags also ausschliesslich dem Boden zur Last fällt. »Für die allgemeine Forstwirtschaftsorientierung ergibt sich daher, dass es abwegig ist, die sogenannte »Bodenrente» oder den Bodenertragswert zu ihrem massgebenden Faktor zu erklären» (S. 78).[1])

5. Die Waldrentabilitätstheorie.

Unter den heutigen Wirtschaftstheorien des Waldbetriebs tritt besonders die Waldrentabilitätsschule hervor, weil sie alte Traditionen in der Forstwissenschaft hat und ihr heute bekannte Forstwissenschaftler, z. B. Schiffel, Martin Schlich, Chapman und Jonson, huldigen. Sie leitet sich her von den Weiserprozenten Königs und Presslers und ist eigentlich nur eine neu-

[1]) Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung auch die Ausführungen von Fischer 1928, besonders in den Abschnitten über »Capital» und »Income».

[1]) Positiv wertvolle Kritik dieser Schule hat vor allen anderen Schiffel 1910, S. 3—8, geleistet. Es sei bemerkt, dass Lie 1914 einen Bodenwert auch für Plenterbetriebe berechnen will.

ere Modifikation dieser. Die Methoden, welche bei der Ermittlung der Wirtschaftsziele heute in Anwendung gekommen sind, sind entweder Bestimmungen des lukrativsten Ertragswerts und Abtriebswerts für die verschiedenen Bestände oder den ganzen Wald; oder *es werden Berechnungen vorgenommen, durch welche das Verhältnis der Ertragsleistungen zum Produktionsaufwand nachgewiesen wird. Die Waldrentabilitätsschule schlägt diesen zweiten Weg vor.*

Zur Bestimmung der Hiebsreife ermittelte König, »Forstmathematik», 1854, 4. Aufl. § 417—419, das reine Zuwachsprozent vom Holzbestand, dagegen stellte Pressler in der Allgem. Forst- u. Jagdztg. 1860, das Weiserprozent auf, das theoretisch viel Anerkennung fand und auch von praktischer Bedeutung war. *Dieses Weiserprozent drückte das Verhältnis aus, in welchem die Wertzunahme eines Bestandes zu dem ihr zugrundeliegenden Produktionsfonds oder Kapital steht.* Zu diesem Produktionsfonds rechnete Pressler den Wert des Bestandes zur Zeit der Rechnung, vergrössert um das Grundkapital, das von dem Boden, dem Verwaltungskapital und dem Kulturkostenkapital gebildet wird. Das Weiserprozent nahm für 1 Jahr dann mit Weglassung der Kulturkostenkapitals folgende Gestalt an:

$$w = \frac{A_{x+1} - A_x}{A_x + B + V} . 100,$$

mit der früheren Bedeutung der Buchstaben. Wenn man das Verwaltungskostenkapital weglässt, bleiben im Nenner der Wert des Bodens und das Holzvorratskapital übrig, die als das Kapital des Waldbetriebes schon anerkannt sind. Diese Formel war für die Bestimmung der Hiebsreife des einzelnen Bestandes brauchbar.

Beim jährlichen Betriebe gestaltete sich dies etwas anders, und hier greifen die neueren Untersuchungen ein. Beim jährlichen Betriebe erfolgen Erträge und Produktionskosten zu derselben Zeit, oft teilweise in demselben Bestand. Eine Diskontierung und Prolongierung wie bei dem aussetzenden Betriebe ist nicht mehr erforderlich (vgl. die Ausführungen über die Bodenreinertragstheorie). Hier sind theoretisch die beiden obenerwähnten Wege der Zielbestimmung anwendbar. Im ersten Falle wurden die jährlichen Produktionskosten vom Rohertrag abgezogen. Theoretisch sind hier wieder drei Fälle möglich:

1. Der Überschuss des Ertrags über alle Kosten:

$$A + D - (B + N). \ 0{,}0p - (c + v)$$

2. Der auf den Boden entfallende Reinertrag:

$$A+D-N \, . \, 0{,}0p-(c+v)$$

3. Der auf den Vorrat entfallende Reinertrag:

$$A+D-B \, . \, 0{,}0p-(c+v)$$[1].

Der andere Weg führte zum *Verhältnis des Reinertrags* zum *Produktionsfonds*, bezogen auf die Einheit 100, also nach der Formel

$$=\frac{A+D-(c+v)}{B+N} . \, 100$$[1]).

»Die Folgerung, die aus dieser Formel für die Umtriebszeit abzuleiten ist, geht dahin, diese so festzusetzen, dass eine angemessene Verzinsung des aus Boden und Vorrat bestehenden Waldkapitals erfolgt», Martin 1926, S. 162, und: »Den produktionsprincip, som här förordas för såväl statens som enskilt skogsbruk i Sverige och vilken torde förtjäna namnet »principen för bästa räntabilitäten» innefattar sålunda i korthet fordran på en sådan organisation och skötsel, att det överskott, som uppstår, sedan arbetslöner och andra löpande driftskostnader, inklusive ränta å rörelsekapitalet likviderats, kommer att stå i bästa möjliga förhållande till disponerat skogskapital, med vilket vissa, redan fastlåsta realkapital av i regel obetydlig storlek kunna jämställas och därför sammanslås», Jonson 1917, S. 342. Das Wesentliche dieser Schule liegt somit in der Betrachtung des Bodenwerts und des Holzvorratswerts zusammen als »*Produktionsfonds*» oder besser als *Kostenkapital.* Im Gegensatz dazu betrachtete die Bodenreinertragsschule mit Endres an der Spitze den Wert des Holzvorrates als Kostenkapital, dessen Verzinsung vom Waldbesitzer bestimmt wurde, und nur den Boden als spezifisches Kapital. Die Waldrentabilitätslehre begnügt sich in der Regel mit der erwirtschafteten Rente. Dann entsteht aber die sehr heikle Frage: Wie soll der Produktionsfond bewertet werden, damit die Kosten des Bestandes und die wahrscheinliche Verzinsung bestimmt werden können? Hier liegt auch die Hauptschwierigkeit.

[1]) In diesen Formeln bezeichnet A den erntekostenfreien Abtriebsertrag, D die Summe der jährlichen Vorerträge aus Durchforstungen, N das normale Holzvorratskapital, c und v jährliche Ausgaben für Kultur usw. und B den Boden. Martin hat früher die zweite dieser Formeln angewandt.

[2]) Dies drückt, kürzer geschrieben

$$=\frac{A+D}{B+N} . \, 100,$$

das von Paulsen und Hundeshagen in die Forstwissenschaft eingeführte Nutzprozent aus.

Martin geht von der Annahme aus, dass der Wert des Vorrats wie aller Kostengüter nach den Kosten der Erzeugung berechnet wird, und somit bestehe »eine völlige Übereinstimmung zwischen den auf das Ganze und den auf die einzelnen Bestände gerichteten Rentabilitätsnachweisen». »Da aber Kostenwerte selbst unter den regelmässigsten Verhältnissen für ältere Bestände nicht angewandt werden können, für Erwartungswerte aber die notwendige Kenntnis der Zukunftswerte des Holzes nicht vorliegt, so kann in der Praxis in absehbarer Zeit für den Hauptteil des Vorrates, der in den älteren Beständen liegt, nur der Verbrauchswert in Frage kommen», 1926, S. 163. In Sachsen werden für Rentabilitätsberechnungen alle unter 40-jährigen Bestände nach dem Kostenwert, die über 40-jährigen nach dem Gebrauchswert bewertet. Völlige Übereinstimmung wird in dieser Sache nicht erreicht.

Sehr umständlich behandelt Jonson die Bewertungsfrage, aber seine Resultate sind ebensowenig überzeugend wie die von Martin. Er bemerkt jedoch, dass in Fragen über die Wirtschaftsziele bei einer sorgsamen Erwägung aller in Betracht kommenden Umstände dies vielleicht einer der wichtigsten Faktoren sei. Diese Behauptung wird gemacht, um auf die Grenzen der Bedeutung der Rentabilitätsrechnung einführungsweise hinzuweisen. Doch sei den rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten ein grosser Einfluss eingeräumt, und Jonson verdeutlicht seinen Standpunkt betreffs der ökonomischen Ziele mit folgendem Beispiel aus der Publikation vom Jahre 1917. Es handelt sich hier um ein Diskussionsobjekt aus Malingsbo.

Umtriebszeit	50	60	70	80	90	100	110	Jahre	
Nettoertrag	0	1,49	4,09	6,29	8,00	9,40	10,43	11,38	Kr. per ha
Waldkapital	91	129	184	252	325	402	481	560	» » »
Laufendes Rentabilitätsprozent	0	1,15	2,22	2,49	2,46	2,34	2,18	2,03	%

Aus dieser Berechnung ist es jedoch, wie Jonson selbst hervorhebt, nicht so leicht, auf den ökonomischen Umtrieb zu schliessen. Jedenfalls kann der Umtrieb nicht kürzer als ca. 47 Jahre gewählt werden, widrigenfalls ginge der ganze Betrieb mit Verlust. Dagegen stellt sich auch heraus, dass der Kulminationspunkt von ca. 2.5 % auch nicht ohne weiteres gewählt werden kann, denn dieser Punkt ist unter dem Landeszinsfuss und als solcher nicht mehr gerechtfertigt als z. B. eine Verzinsung von 2 %. Wenn das Rentabilitätsprozent

mit 10 % kulminierte, würde er doch nicht gewählt werden, denn dann wäre es wirtschaftlich, die Umtriebszeit noch zu verlängern, bis die Verzinsung wenigstens auf den Landeszinsfuss gesunken wäre. Die Feststellung der Umtriebszeit auf diesem Wege scheint daher Jonson selbst, S. 351, »såsom i hög grad beroende på behovet av vissa virkessortiment, ägarens och landets ekonomi, skogsbrukets framtidsutsikter, befintligheten av medel att eventuellt förbättra räntabilitäten samt ej minst på sådana biologiska faktorer, som inverka på markens varaktiga produktionsförmåga m. m.» Dies bedeutet mit anderen Worten, dass, wie das obige Beispiel aus Malingsbo zeigt, der Waldwirt im entscheidenden Punkte volkswirtschaftlichen, waldbiologischen usw. Rücksichten überlassen wird. Das kann nur als ein Geständnis der Verlegenheit aufgefasst werden. Wenn ein Waldbesitzer ein grösseres Fichtengebiet besitzt und entschieden werden soll, ob es ökonomischer ist, das Holz im grossen ganzen in Dimensionen von Schleifholz oder von Sägeholz zu verkaufen und die produktiven Ziele demnach zu gestalten, so können wir die volkswirtschaftlichen u. a. Rücksichten wohl beachten und dürfen z. B. das Sägeholz dem Schleifholz nicht kurzerhand vorziehen: *die ökonomischen Ziele aber müssen viel definitiver aufgestellt werden, sonst kommt man nicht zum besten Resultat.*

Jonson weist später auf einen anderen Faktor hin, auf den Willen des Waldbesitzers, und meint, dass die Feststellung einer Umtriebszeit Sache des Waldbesitzers ist, weil durch die Länge der Umtriebszeit tatsächlich die Höhe und die Rentabilität des gebundenen Kapitals bestimmt werden. Hierbei wird vergessen, dass der Wille des Waldbesitzers gewissermassen die Feststellung der Umtriebszeit ist, aber vorher soll der Betriebsleiter durch untadlige Kalküle die Gestaltung der jährlich erwirtschafteten Waldrente und den Waldertragswert für verschiedene Dimensionsklassen oder Umtriebszeiten dem Waldbesitzer vorlegen, und durch Jonsons Methode wird es kaum möglich, dies zu tun. Was also grössere Wälder betrifft, kann der von Jonson vertretene Standpunkt der »höchsten Waldrentabilität» keinen genügenden Bescheid geben.

Ehe seine Bestimmungsmethode im allgemeinen gewürdigt wird, bedarf noch die von ihm berufene Riebelsche Weiserprozentformel einiger Erläuterungen. Es gibt, *besonders in der akademischen Praxis,* besondere Fälle, wo »det gäller .... bland annat att uppsöka de träd och bestånd, som till följd av mogenhet, d. v. s. otillfredställande räntabilitet framför andra böra komma till avverkning». Hier handelt es sich um einzelne Bestände, welche für Untersuchungen mit der

Weiserprozentformel besonders geeignet sind. So berechnen sich die Weiserprozente für zwei Bestände folgendermassen:

$$w_{100} = 100 \cdot \frac{24-5}{50 - 1\,200} = 1{,}52$$

$$w_{90} = 100 \cdot \frac{13{,}80-5}{50 + 600} = 1{,}35$$

Eine kurze Überlegung zeigt, dass im ersten Falle der Bestand gut geschlossen und sein Verkaufswert 1,200 Kr. war, im zweiten Falle zerrissen, mit einem Verkaufswert von nur 600 Kr. Aber der Bodenwert ist in beiden Fällen zu 50 Kr. bestimmt. Dies ist der erste Fehler. Der Wert des Bodens richtet sich im allgemeinen nach dem Werte des darauf stockenden Holzvorrates, er hat darum seinen Bestimmungsgrund in dem Holzvorrat, der auf ihm wächst. *Überhaupt alle Bemühungen, für den Waldboden einen separaten Wert zu bestimmen, bleiben willkürlich.* Zweitens werden der jährliche Wertzuwachs und die Verwaltungskosten im Zähler aufgenommen, im Nenner dagegen der Wert des stockenden Holzvorrates. Auch dies ist eigentlich inkonsequent, besser wäre es, nur mit Nettowaldrenten zu rechnen, denn was verbürgt, dass diese Kosten gerade auf diese Bestände richtig aufgeteilt sind! Ein Bestand darf in dieser Beziehung nicht für sich allein betrachtet und bewirtschaftet werden, er bildet nur ein Glied im gesamten Betriebe.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass Umtriebsbestimmungen auch an typischen Leitbeständen separat durchzuführen sind, wie auch Ostwald betont hat, müssen diese Weiserprozentformeln mit ihren Produktionsfonds mit Vorbehalt genommen werden. Einer grösseren Anwendung können sie sich nicht erfreuen. Es sind aber einige ernste Bedenken gegen dieses System der Bestimmung der ökonomischen Ziele zu erheben. Es kann nicht geleugnet werden, dass in Schweden auch Methoden entwickelt werden können, welche in Finnland keine Bestätigung finden können, anderseits darf auch nicht vergessen werden, dass die Waldwirtschaft in den beiden holzexportierenden Ländern ein ausgezeichnetes Beispiel liefert von gleicher Wirtschaftsform, gleichen wirtschaftlichen Verhältnissen und Voraussetzungen. Daher kann auch z. T. erwartet werden, dass, was bisher von bestehendem Wert für die Waldwirtschaft in Schweden gewesen ist, auch bei uns gilt. Und gerade in diesem Punkte können einige Bemerkungen gegen die ökonomischen Ziele und ihre Bestimmung bei Jonson gerichtet werden.

Von altersher sind im Norden die produktiven Ziele der Waldwirtschaft technisch durch bestimmte Durchmesser gekennzeichnet. Dies ist desto notwendiger, je grösser und unübersehbarer die Wälder des Betriebes sind. Und um so mehr sind diese Durchmesserstufen von Bedeutung, wenn man sich vergegenwärtigt, dass das gröbere Holz, welches den grössten Teil der Abtriebsnutzungen bildet, nach bestimmter Durchmesserabstufung in der Sägeindustrie gebraucht und nach Durchmesserstärkeklassen bezahlt wird. Es kann nicht genug hervorgehoben werden, dass diese Überlegung einstimmig von der Praxis angenommen und in den Vollzugsbestimmungen der nordischen Staatsforstverwaltungen schon lange eingeführt ist. Eine bestimmte Wirtschaftstheorie kann auf besondere Voraussetzungen aufgebaut werden je nach den Gesichtspunkten des Urhebers, aber falls eine Theorie des Waldbetriebs in der Praxis und Wirklichkeit eingeführt werden soll, darf sie nicht die grundlegenden und von der Praxis anerkannten Gebräuche und Forderungen einfach ohne Erwähnung lassen. Allerdings muss anerkannt werden, dass sich Jonson sehr um die wirtschaftliche Holzvermessungskunde verdient gemacht hat, aber in seinem 1917 ausdrücklich für ein grösseres Publikum ausgearbeiteten System der waldwirtschaftlichen Rentabilität scheint er diesen Sachverhalt vergessen zu haben. Eine Umtriebsbestimmung ohne Ergänzung realer Dimensionsklassen wird doch letztens einen sehr hypothetischen Wert haben, denn noch sind unsere Wälder ziemlich ungleichalterig, und der Kahlschlag wird nicht in allzu grossem Umfang gebraucht, — in allen diesen Fällen ist es notwendig, die wirtschaftlichen Ziele durch technische zu ergänzen. Auf diese Weise wird es möglich, für den Waldbau auch die produktiven Ziele unzweideutig festzustellen; während der Periode der Bodenreinertragstheorie wurden die produktiven Ziele des Waldbaus nicht festgestellt, nur das »Alter» der hiebsreifen Bäume. Eine moderne Waldbetriebstheorie fordert von der Betriebsführung für alle Holzarten und Bonitäten bestimmte Wirtschaftsziele, die überall in den verschiedensten Lagen und Verhältnissen genau zu befolgen sind, — und dann müssen sie ergänzt werden durch die Durchmesserziele. An diesen ist die Wirtschaftstheorie von Jonson vorbeigegangen.[1])

Zweitens muss bemerkt werden, dass Jonson sich von den bodenreinerträglerischen Vorstellungen nicht ganz frei gemacht hat.

1) Dies betrifft auch die neueren Methoden der »Mean Annual Forest Per Cent» von Chapman 1926, Hiley 1919 und Schlich 1925, welche alle dieser Richtung angehören.

Gewiss behauptet er mancherorts, dass ein gewisser gebundener Vorrat im Walde eine Voraussetzung einer nachhaltigen Waldwirtschaft sei, aber dennoch huldigt er gerne Ansichten, welche den einzelnen Bestand als eine Unternehmung an sich betrachten. So ist seine Weiserformel nur für einen Bestand brauchbar, so beziehen sich auch die Bestimmungen des »Bodenwerts» auf bestimmte Bestände. In seiner Wirtschaftstheorie vereinigen sich genau wie in der Darstellung Martins ganz verschiedene Vorstellungen, so dass diese beiden Autoren in einzelnen Fällen dem Vorwurf des Eklektizismus nicht entgehen können. Wenn die Bodenrente in der Theorie der Waldwirtschaft ihre Rolle ausgespielt hat, warum werden dann nach äusserst unbequemen und verwickelten Verfahren »Bodenwerte» im nachhaltigen Betriebe bestimmt? Und um nachhaltige Betriebe handelt es sich wohl in der Praxis öfters. Die wirtschaftliche Konstruktion weist darum in dieser Schule einige Lücken auf, die sich sehr fühlbar machen. Für einen Bestand kann man durch diese Methode jedoch zu akzeptablen Resultaten gelangen.

Seinen eklektischen Standpunkt und somit den Standpunkt dieser ganzen Schule zeigt auch Martin z. B. in folgenden Ausführungen. »Da hienach die wichtigste Quelle der Bildung der Bestandeswerte im Boden liegen, so erscheint es auch widersinnig, den Boden mit negativen Werten auszustatten. Rechnungen, die dahin führen, sind unrichtig» (1906). In diesem Falle verwirft er also die Methoden der Bodenreinertragstheorie, welche leicht und oft zu negativen Bodenwerten führen. Aber in seiner Abhandlung über das sächsische Forsteinrichtungswerk 1920 behauptet Martin ganz bestimmt, er werde immer glauben, dass der Wert des Holzes und des Waldes als Produktionsmittel durch die Produktionskosten bestimmt werde. Hierin liegt gerade der wirtschaftstheoretische Irrtum sowohl der Waldrentabilitätsschule als der Bodenreinertragsschule, und es ist somit der Mühe wert, auf diese Sache einzugehen.

Wie allbekannt, kämpfen in der Wirtschaftswissenschaft zwei Wert- oder Preistheorien um die Suprematie, nämlich die subjektivistische und die objektivistische Schule. Die subjektivistische Schule betont die Abhängigkeit des Menschen von der äusseren Welt, die Disharmonie mit der ihn umgebenden Natur, die schon die griechischen Philosophen lebhaft empfanden und zu erklären versuchten, und die Auffassung hat in der Lehre der Grenzwerttheoretiker einen scharfen und fein durchdachten Ausdruck gefunden. Die entgegengesetzte Lehre ist die objektivistische Werttheorie, welche seit Petty in die

englische Nationalökonomie eingeführt wurde. Im Gegensatz zu der unbestimmten und verschwommenen Theorie von Smith, die verschiedene miteinander nicht ganz übereinstimmende Elemente einschliesst, stellt die von Ricardo ein geschlossenes, mit ungewöhnlicher logischer Strenge und Konsequenz durchgeführtes Ganzes dar. Diese Lehre hat in der Forstwissenschaft eine ebenso grosse Rolle gespielt wie die Grenznutzenanalyse. Ricardo war sich sehr wohl bewusst, dass die Nützlichkeit und die Seltenheit zur Wertquelle werden können, und hat mit dem ihm eigentümlichen Scharfsinn die Grenzlinie zwischen den verschiedenen wirtschaftlichen Gütern gezogen. Auch unterscheidet er solche Güter, die durch Arbeit vermehrt und solche, die nicht vermehrt werden können. Er sagt ausdrücklich, der Wert der nichtvermehrbaren Güter hänge allein von dem Wohlstand und den Neigungen derjenigen ab, die ein solches Gut zu besitzen begehren. Bedauerlicherweise hat Ricardo sich für die Frage nach dem Wert von Gütern dieser Art wenig interessiert, und er analysiert darum auch nicht die Absatzverhältnisse dieser Waren. Die Grundvoraussetzung seiner allgemeinen Werttheorie bildet die Annahme der unbegrenzten Vermehrbarkeit der wirtschaftlichen Güter, die *weder durch soziale Verhältnisse* noch durch *natürliche Kräfte* behindert wird. Der Wert dieser beliebig vermehrbaren Güter wird dann »fast ausschliesslich» durch die Arbeitsmenge, die auf ihre Produktion verwandt worden ist, bestimmt werden. Kann diese Werttheorie in der Forstwissenschaft Anwendung finden?

Für die praktische Waldwirtschaft und somit auch für die Waldbetriebslehre ist die Lehre von den Selbstkosten des Waldes oder des Holzvorrates nicht zweckmässig. Doch betrachtet gerade die Produktionskostentheorien als das ökonomische Ziel der Waldwirtschaft eine möglichst hohe Verzinsung, welche sich ergibt, nachdem man vom Erlös die Kosten der gesamten Produktion in Abzug bringt. Schon früher ist diese Aussage Martins zitiert worden. Wie können aber Kosten der Urproduktion bestimmt werden, wenn es sich um einen reinen Naturprozess handelt? Allerdings behaupten gewisse Autoren, dass die Waldwirtschaft, wie schon im Kapitel über das Kapital dargelegt wurde, eine kapitalintensive Produktionsweise umfasse. Diese Auffassung wurde als etwas irreführend abgelehnt, die waldwirtschaftliche Produktion oder der Zuwachs blieb ein reiner Naturprozess. Dann hat man aber keine Geldkosten für Betriebskapital und Arbeit, denn die Rüsterkosten werden gewöhnlich schon von dem Abnehmer verausgabt. Der Preis des Holzes und des Waldes, sein Ertragswert, bildet

sich erst im Verkaufsmoment, und vor diesem Moment wird der Preis oder Wert nur durch den Verrechnungs- (Schmalenbach) oder betriebswirtschaftlichen Wert (Lehmann) bestimmt. So sagt auch Gelesnoff 1928, obwohl er sich der Arbeitswerttheorie zuneigt, diesbezüglich: »Besonders offenkundig treten die Mängel der österreichischen Schule (—der subjektivistischen) bei der Erklärung des Wertes von Produktionsmitteln hervor. Nach ihrer Auffassung wird der Wert der Produktionsmittel nicht durch die Kosten derselben bestimmt, sondern durch den Grenznutzen der mit ihrer Hilfe hergestellten Güter. Selbstverständlich wird der Wert des Bodens, der die Erhaltung besonderer Weintraubensorten ermöglicht, durch den Wert des erhaltenen Produkts bestimmt. Aber hier trägt das Produktionsmittel, ebenso wie auch das Produkt einen Monopolcharakter. Bei der Erklärung des Wertes von Monopolgütern befolgt aber auch die Arbeitswerttheorie den gleichen Weg, indem sie diese in eine besondere Kategorie bringt. Für die österreichische Schule ist es dagegen charakteristisch, dass sie die Geltung dieses Satzes auch auf die Produktionsmittel der beliebig vermehrbaren Güter ausdehnt.» Nun sind aber die Wälder typische Güter, welche nicht beliebig vermehrbar, also durch Arbeit und Kapital nicht reproduzierbar sind, die Vermehrung von Holz und Wälder wird durch »natürliche Kräfte bestimmt», wie sich Ricardo ausdrückte. Das wichtigste Produktionsmittel der Waldwirtschaft ist also ein Gut, dessen Wert erst durch den Erlös seiner Produkte, den Reinertrag bestimmt wird. *Diese Auffassung ist grundlegend für die moderne Wirtschaftstheorie.*[1]) In der Tat sind die früher gebräuchlichen Methoden der Waldwertrechnung und der forstlichen Statik schon von Anfang an ein glänzendes Beispiel der Grenzanalyse im Dienste der Kostenbestimmung, wodurch man von vornherein auf falsche Wege kam. Es kann also festgestellt werden, dass in der Waldwirtschaftslehre, wie schon Ostwald 1915 ausdrücklich bemerkt, der Reinertrag nicht als Unterschied zwischen Erzeugungskosten und Erlös aufzufassen ist und dass die Verzinsung oder Waldrentabilität nicht das ökonomische Ziel der Waldwirtschaft klar umschreibt. Dann aber fällt jeglicher Grund weg, den »Wert» des Waldbodens oder den »Holzvorratswert» des Bestandes zu bestimmen.

---

1) Besonders schön wird dies dargelegt durch Curtis 1928, wenn er S. 611—626 behandelt »land contrasted with capital goods and loanable funds.»

6. Die dynamische Wirtschaftstheorie.

Die Waldwirtschaft als ein volkswirtschaftliches Gewerbe schafft und erzeugt die für vielerlei menschliche Bedürfnisse unentbehrlichen Waldprodukte. Das gemeinsame Merkmal aller Gewerbe, also auch der Waldwirtschaft, ist aber, dass diese Erwerbstätigkeit überwiegend für den Tausch (Verkauf) ihrer Erzeugnisse an Andere betrieben wird behufs Erzielung von Einkommen aus dieser Tätigkeit, sowie dass dieser wirtschaftliche Prozess irgendwie kaufmännisch vergleichbar und messbar ist. Deshalb muss auch bei der Benutzung der Wälder zwecks Erzielung von Einkommen neben der waldbaulichen Sorgfalt für die beste qualitative und quantitative Hervorbringung von Holz stets auch eine subjektiv wirtschaftliche Tätigkeit geübt werden, welche den Produktionsprozess ökonomisch kontrolliert.

Wie früher eingehend gezeigt worden ist, wurde zur Lösung dieses Problems schon ein ganzes Jahrhundert gearbeitet, und verschiedene Theorien sind in diesem Sinne entwickelt und befürwortet worden. Weil sich die meisten in der Praxis bewährt haben, ist zu erkennen, dass sie viele Züge aufweisen, welche auf die endgültige Lösung der Aufgabe hinweisen. In den Ausführungen dieses speziellen Teils der Abhandlung sind die wichtigsten dieser Theorien auf ihre Schwächen hin untersucht worden. In diesem Schlusskapitel wird nun der positive Versuch gemacht, die Züge, welche sich als von dauerndem Wert erwiesen haben, hervorzuheben und eine Wirtschaftstheorie des Waldbetriebs zu konstruieren, welche den betriebswirtschaftlichen Forderungen gerecht wird. Es soll mit der Bilanzauffassung begonnen, dann die Wirtschaftlichkeit untersucht und zuletzt zu einer allgemeinen Lösung der Aufgabe geschritten werden.

A. *Die Bilanzauffassung.*

Es wurde schon hervorgehoben, dass es zwei verschiedene Bilanzauffassungen gibt, die statische und die dynamische, von welchen die erstere die ältere und in der Praxis der Handels- und Industrieunternehmungen allgemein gebräuchliche ist. Auf dieser statischen Bilanzauffassung ruht, wie schon hervorgehoben, *die Theorie des aussetzenden Betriebes*, welche von verschiedenen Schulen (der Bodenreinertragsschule, der Waldrentabilitätsschule) weiter ausgebaut wurde. Diese Theorie des aussetzenden Betriebes betrachtet jeden Bestand als eine eigene Unternehmung, und die Nachhaltigkeit in diesem Sinne (Carl Heyer — Judeich — Endres) bezweckt nur die

Nachhaltigkeit der Holzerzeugung im Walde. »Ein Wald wird nachhaltig bewirtschaftet, wenn man für die Wiederverjüngung aller abgetriebenen Bestände sorgt, so dass dadurch der Boden der Holzzucht dauernd erhalten bleibt» (Judeich 1906, S. 3). Erst wenn jeder Bestand für sich bewirtschaftet wird, ergäben sich im Sinne dieser statischen Bilanzauffassung genügende Unterlagen für eine Orientierung bei der Ermittelung der Hiebsreife nach dem Kostenprinzip, d. h. für eine Prolongierung der Kulturkosten 100 Jahre lang usw. Diese Auffassung hat sich von begrenztem Belang erwiesen und wird allgemein von Seiten der betriebswirtschaftlichen Forschung aufgegeben. Die Praxis hat ihr nur beschränkt gehuldigt.

Schon seit der Wirksamkeit Hundeshagens wurde als Nachhaltigkeit die Nachhaltigkeit der Holzlieferung (des Rentenbezugs) aus dem Walde bezeichnet, und nachher hat, wie Wagner 1913 ausdrücklich betont, die gesamte Praxis und die Forstgesetzgebung an dieser Auffassung festgehalten. Schon in der Einleitung dieser Abhandlung, S. 12, wurde die Notwendigkeit gebundener Inventarvorräte von wachsendem Holze betont, denn die Nachhaltigkeit der Holzlieferung setzt genügende Inventarvorräte voraus. Nach der geläufigen Auffassung muss daher im Nachhaltswalde ein gewisser ökonomischer Holzvorrat erhalten werden, wenn nicht der ganze Wald bis zum letzten Stamm »hiebsreif» wäre. Diese Auffassung ist auch für die dynamische Betriebstheorie grundlegend. Sie baut in dieser Hinsicht auf alten Traditionen auf. Schon von altersher hat man den »Waldertrag», d. h. den Hiebssatz von Periode zu Periode geregelt unter möglichster Bewahrung des Holzvorrates und unter Erhaltung des Zuwachses. Ausser der dynamischen Betriebstheorie teilt auch die Dauerwaldschule diese Auffassung, und sogar vereinzelte Vertreter der Waldrentabilitätsschule (z. B. Jonson) betrachten einen bestimmten Holzvorrat als die erste Voraussetzung dauernder Nachhaltigkeit. Diese Auffassung ist so allgemein anerkannt, vgl. z. B. Lönnroth 1927, dass über die Gegenauffassung keine weitere Worte zu verlieren sind.

Im einzelnen herrscht über die bilanzielle Behandlung der Nachhaltigkeit zwischen den verschiedenen Vertretern dieser Auffassung keine völlige Einigkeit. *Die Dauerwaldtheorie des Nachhaltsbetriebes* (Eberbach 1927, Möller 1922) geht einseitig von der Massennachhaltigkeit aus. Es ist schon früher hervorgehoben worden, dass bei der Kontrolle der Inventarvorräte (daher die »Methóde du contrôle» Biolleys) zweckmässig von Massen ausgegangen werden kann, und diese Auffassung hat auch die grüne Praxis ziemlich einstimmig

akzeptiert. Besonders, wenn die Preisverhältnisse noch unstet sind und die gesamte Organisation des Binnenholzhandels sich auf primitiver Stufe befindet, ist diese Methode oft die einzig brauchbare. Wenn also diese Dauerwaldtheorie Vorzüge aufweist, ist sie doch darum betriebswirtschaftlich gesehen nicht in jeder Hinsicht vollständig, und je entwickelter die Verhältnisse und je besser der Absatz, um so deutlicher treten die Mängel einseitiger Massenorientierung hervor. Nur in den Wäldern gewisser öffentlich-rechtlicher Personen begnügt man sich bewusst mit diesem Verfahren.

Auch die Methode von Eberbach 1927, das Bodenkapital mit 1 und den Holzvorrat in Geld nach den vorhandenen Sortimenten einzuschätzen, ist unvollständig, bestenfalls kommt man dadurch zu dem Zerschlagungswert, welcher der Betriebsführung nicht ohne weiteres als Grundlage der ökonomischen Zielsetzung dienen kann, — in diesem Falle wird der Hieb nach dem Zuwachse orientiert. Wäre die *Masse* allein entscheidend, wie bei den Rohstoffwirtschaften in den Wäldern der nordischen Holzindustriekonzerne, dann wäre gegen ein solches Verfahren nicht viel einzuwenden. Es ist aber zu beachten, dass diese Wälder sogenannte »Integrationsbetriebe» sind, wo die Fabriken die wichtigste Kapitalanlage darstellen, — in den eigentlichen Erwerbsbetrieben, welche das Holz verkaufen, ist die Bilanz nach dem *Werte* orientiert. Die Dauerwaldtheorie weist gewiss eine periodenweise Bewirtschaftung, wie sie die Praxis fordert, auf und kann also als eine für besondere und auch primitive Verhältnisse ausgearbeitete Theorie aufgefasst werden. Dasselbe betrifft wohl auch die amerikanische »flexible rotation» von Kirkland.

Wie schon bemerkt, nimmt *die dynamische Theorie des Nachhaltsbetriebes* die eigentlich auf Gelderwerb eingestellten Betriebe zum Ausgangspunkt der Betrachtung. Der Wald stellt einen dauerhaften Besitz dar, von welchem der Waldbesitzer die höchsten jährlichen Einkommen fordert. Zu diesem Zwecke ist die schärfste Anpassung der produktiven Kräfte vonnöten, und dies wiederum wird erreicht durch ökonomische Zielsetzung und hervorragenden Waldbau (=Bestandesbehandlung). Der ganze Betrieb ist eingestellt auf die Erzielung von Werten, weil eben nach allgemeinen Regeln der Wert des Nachhaltsbetriebes und die Grösse des von ihm dargestellten Kapitals sich nach der Kapitalisierung der zu erwartenden Einkommen ergibt. Auf diese Weise kommt die »Rentabilität» oder der »time factor» zur Geltung, wie die Betriebswirtschaftslehre sie fordert, nur beachtet die dynamische Wirtschaftstheorie in dieser Hinsicht die Eigenart der

waldbetrieblichen Produktionsweise und den Sondercharakter des Waldvermögens.

Wenn man die Ergebnisse dieser Betrachtungen überschaut, so kann man feststellen, dass nach betriebswirtschaftlicher Auffassung das ganze Waldvermögen periodisch revidiert werden soll, wobei von dem Ertragswerte des Waldes ausgegangen werden muss. Die Bewirtschaftung arbeitet von Periode zu Periode, und es muss ausser dem Ertragswert den Massen- und Bestockungsverhältnissen gebührende Beachtung geschenkt werden.

B. Die Wirtschaftlichkeit.

Der zweite Punkt, über welchen sich die waldwirtschaftliche Forschung nicht einig werden konnte, ist die Frage nach der Anwendung des wirtschaftlichen Prinzips als Grundidee der waldbaulichen Produktion. In dieser Hinsicht konnte man drei verschiedene Richtungen in der bisherigen Literatur feststellen. Um diese Auffassungen gruppieren sich die bedeutendsten Theorien über die ökonomischen Ziele bei der Bewirtschaftung der Wälder.

Die erste Richtung, welche Untersuchungen über den Geldertrag anstellte, war die Waldreinertragsschule. Ihr war die Holzerzeugung im Walde ein Naturprozess, welcher als eine Quelle des Einkommens benutzt werden konnte. Weil das Holz ein unentbehrlicher Rohstoff ist, war es notwendig, diese Urproduktion nach der höchsten Leistung der »Tauschwerte» zu orientieren. Der höchste Geldertrag pro ha und Jahr der Betriebsklasse nachhaltig war daher das ökonomische Ziel dieser Richtung. Sie stellte keine Untersuchungen über die Erzeugungskosten an, die Ergiebigkeit der Produktion war die Hauptsache. Eine solche Sonderstellung der waldbaulichen Produktion erinnert sehr an die kameralistische Betrachtungsweise, und vielleicht ist diese ganze Denkweise in den kameralen Staatsforstwirtschaften entstanden. Heute weiss man ganz sicher, dass das dauernde Einkommen aus einem Vermögensbesitz nach der kaufmännischen Betriebsauffassung kapitalisiert werden muss, um die einträglichste Benutzungsart bestimmen zu können. Es versagt also diese Auffassung in der heutigen Erwerbswirtschaft trotz entgegengesetzter Behauptungen E b e r b a c h s.

---

1) In Übereinstimmung mit diesen Folgerungen schreibt auch v o n G u t t e n b e r g 1912, S. 22: »Es geht aus den veränderten Motiven der Nachhaltigkeitsforderung hervor, dass dieselbe gegenwärtig auf möglichst gleiche Werterträge gerichtet sein muss, während früher die Ausgleichung lediglich bezüglich der Materialerträge angestrebt wurde.»

Die zweite Richtung ging davon aus, dass die Kosten bei der Bestimmung der Hiebsreife des Holzes berücksichtigt werden müssten. So behauptete schon Pressler, der geistige Urheber dieser Richtung, dass die Einhaltung allzu hoher Umtriebe wegen der angehäuften Kosten in »Verlustwirtschaft» ausarte, wenn auch pro ha und Jahr gerechnet höhere Gelderträge erzielt würden. Als bestimmende Kosten wurden in der Bodenreinertragsschule ausser den Verwaltungskosten und Steuern die *Kulturkosten* angesehen, welche über die ganze Umtriebszeit prolongiert werden müssten. Als wirklicher Massstab der »Wirtschaftlichkeit» bliebe nur der Bodenreinertrag, die Bodenrente, übrig. Nach anderer Auffassung, welche die Waldrentabilitätsschule teilte, musste der wirkliche Reinertrag in ein Verhältnis zu dem ganzen Waldkapital gesetzt werden, wobei die grösste Rentabilität angestrebt wurde. Diese Richtungen heben also beide die Bedeutung der Kosten hervor, sind also wenigstens teilweise Anhänger der objektiven Werttheorie, die heute nicht mehr so hoch gewürdigt wird wie vor 50—80 Jahren, seitdem die subjektive Werttheorie entwickelt wurde.

Die Anwendung der objektiven, d. h. auf die Kosten begründeten Werttheorie bei der Bestimmung der ökonomischen Ziele erweckt grosse Bedenken, und die auf ihr beruhenden Richtungen haben viel Widerstand gefunden. Die erste der Schulen, die Bodenreinertragsschule, wurde durch die Wirtschaftstheorie widerlegt: die Sonderstellung der Bodenrente bei der Zielsetzung liess sich nationalökonomisch nicht verteidigen. Besser war es mit der Waldrentabilitätsschule, welche nur die Rentabilität des »angelegten Kapitals» oder des »Produktionsfonds» erstrebte, welches Streben als das ökonomische Orientierungsprinzip der modernen Geschäftswelt dient. Man kann also gegen dieses Rentabilitätsprinzip im allgemeinen nichts einwenden, wenn auch die moderne Betriebswirtschaftslehre die Sache nicht als ganz so einfach annimmt, wie die Vertreter dieser Richtung in der Forstwissenschaft meistens noch glauben (es gibt z. B. eine besondere Rentabilität des Eigenkapitals, des gesamten werbenden Kapitals, des Umsatzes usw.). Dagegen darf nicht gebilligt werden, wie dieses Prinzip in der Waldbetriebstheorie angewandt wurde. Die Ausdehnung der Wälder ist beschränkt, und das Holz im Walde lässt sich »nicht beliebig vermehren», wie die Ricardosche Voraussetzung der Kostenproduktion lautet, der Zuwachs der Wälder ist ein naturgebundener, spezifischer Prozess. Der ganze Wald und das verkäufliche Nutzholz hat mit anderen Worten einen ökonomischen Monopolcharakter. Nach dieser Richtung hin liegen zahlreiche Ausführungen massgebender Nationalökonomen,

wie Liefmanns, von Wiesers, Gelesnoffs, Marshalls, Oppenheimers und selbst Ricardos, des Begründers der objektiven Werttheorie, vor, so dass darüber kein Zweifel mehr herrschen kann. Es kann also vom wirtschaftswissenschaftlichen Standpunkt aus nicht gebilligt werden, dass die Höhe der Produktionskosten die ökonomische Hiebsreife im Nachhaltsbetriebe bestimmen könnte. *In der Tat ist die Bewirtschaftung der Wälder eine der seltenen Ausnahmen, wo die Produktionskosten so wünschenswert es auch wäre, nicht ohne weiteres objektiv bestimmt werden kann:* auf diese Tatsache weist auch schon die mangelnde finanzielle Organisation der Waldbetriebe hin. Es bleibt nichts übrig, als die Wirtschaftlichkeit subjektiv nach den zukünftigen Erträgen zu berechnen.

C. Die Lösung.

Wenn man also zu einer allgemeinen Lösung der Frage über die ökonomischen Ziele bei der Bewirtschaftung der Wälder schreiten will, müssen in einer Theorie *die dynamische Bilanz* von Schmalenbach und *die dynamische Betriebstheorie* von Liefmann kombiniert werden, wie dies schon zwei Jahrzehnte früher selbständig und vollständig Ostwald durchgeführt hat.[1]) Diese Theorie erhielt von Glaser 1913, 1914, 1915 den Namen »Waldrententheorie», aber weil die Waldreinertragstheorie sich speziell nach der Höhe der Waldrente orientiert, hat Verfasser 1929 vorgeschlagen, diese Richtung als *die dynamische Wirtschaftstheorie des Waldbetriebs* zu bezeichnen. Ihre Grundgedanken lassen sich etwa folgendermassen erläutern.

Das Charakteristische im Waldbetrieb ist die Erhaltung grosser gebundener Holzvorräte, durch welche erst die Leistungskraft der Natur im Wege sachlicher Ergiebigkeit benutzt werden kann. Es kann also die Grösse des Holzvorrates nur nach der Verzinsung der Abtriebswerte geregelt werden, denn es handelt sich hier um die Gestaltung und Ausnutzung primärer Naturkräfte, und ihre Wirkung wird nicht ohne Schaden für die Rationalität der Produktion durch zu eng zugeschnittene »Kosten» eingeschränkt. Aus der primären Forderung grosser, gebundener Holzvorräte folgt, dass die dynamische Bilanzauffassung, welche sowohl die Massen- als die Wertnachhaltigkeit vorschreibt, dieser Wirtschaftstheorie zugrunde gelegt werden

1) Wie schon früher gezeigt wurde baut sich die dynamische Wirtschaftlichkeitsmessung auf die zukunftigen Erträge, also auf den Ertragswert, welcher schon von König und Pressler gewürdigt wurde. Sie ist die Methode der laufenden Verzinsung des Waldkapitals, welche Methode von Ostwald auch für ganze, »anormale» Wälder ausgedehnt wurde.

Bestimmung des ökonomischen Ziels:

Holzart: Kiefer *Myrtillus-Typus* *Süd- und Mittel-Finnland*

Alter (Jahre)	*50*	*60*	*70*	*80*	*90*	*100*	*110*	*120*
Masse (fm) für 1 ha	219	270	317	359	393	420	438	448
Derbholzmasse (fm), über 10 cm Zopfstärke	166	230	285	337	373	403	425	435
Sägenutzholz (Kubikfuss)	3 320	5 060	7 125	8 762	10 071	11 284	12 325	12 615
Haubarkeitsertrag Au (Mk)	8 300: —	15 180: —	23 156: —	30 667: —	35 249: —	42 315: —	49 300: —	50 460: —
Durchschnittlich-jährliche Werterzeugung $\frac{A_u}{u}$	166: —	253: —	330: 80	383: 30	391: 70	423: 20	488: 20	420: 50
Brusthöhendurchmesser (cm), approximativ (incl. Rinde)	19	23	25	27	29	31	32	33
Bestandesertragswert HE (Mk):								
$\frac{A_u}{1.03^{u-60}}$	11 122: —	15 180: —	**17 135: —**	16 867: —	14 452: —	13 118: —	11 339: —	9 282: —
$\frac{A_u}{1.04^{u-60}}$	12 284: —	15 180: —	**15 746: —**	14 107: —	10 927: —	8 886: —	6 902: —	5 046 —
$\frac{A_u}{1.05^{u-60}}$	13 529: —	**15 180: —**	14 125: —	11 653: —	8 107: —	5 924: —	4 437: —	2 523: —

Bestimmung des ökonomischen Ziels:

Holzart: Kiefer — *Vaccinium-Typus* — *Süd- und Mittel-Finnland*

Alter (Jahre)	*50*	*60*	*70*	*80*	*90*	*100*	*110*	*120*
Masse (fm) für 1 ha	146	185	224	258	285	306	320	329
Derbholzmasse (fm), über 10 cm Zopfstärke	80.3	135.1	185.9	229.6	262.2	287.6	304.0	312.6
Sägenutzholz (Kubikfuss)	1 606	2 702	4 090	5 740	6 555	7 478	7 904	8 440
Haubarkeitsertrag Au (Mk).	4 015: —	6 755: —	12 270: —	17 220: —	22 943: —	26 173: —	27 664: —	29 540: —
Durchschnittlich-jährliche Werterzeugung $\frac{A_u}{u}$	80: 30	112: 60	175: 30	215: 30	254: 90	261: 70	251: 50	246: 20
Brusthöhendurchmesser (cm), approximativ (incl. Rinde)	15	19	22	24	26	27	28	29
Bestandesertragswert HE (Mk):								
$\frac{A_u}{1.03^{u-60}}$	5 380: —	6 755: —	9 080: —	**9 471: —**	9 406: —	8 114: —	6 363: —	5 022: —
$\frac{A_u}{1.04^{u-60}}$	5 942: —	6 755: —	**8 344: —**	7 921: —	7 112: —	5 496: —	3 873: —	2 954: —
$\frac{A_u}{1.05^{u-60}}$	6 544: —	6 755: —	**7 485: —**	6 544: —	5 277: —	3 664: —	2 490: —	1 477: —

muss. Es folgt daraus auch, dass den besonderen waldbiologischen Zuwachsbedingungen, welche in den bleibenden Holzvorräten Ausdruck finden, besondere Aufmerksamkeit geschenkt wird, wie die neuere Waldtypenforschung es zeigt. Die dynamische Wirtschaftstheorie geht von nachhaltiger Standardisierung der Leistungskraft der Wälder aus, und dabei geht sie mit der waldbiologischen Forschung, welche die notwendigen Unterlagen gibt, Hand in Hand.

Aus der Gebundenheit der Holzvorräte und den besonderen Eigenschaften der waldbaulichen Produktion geht hervor, wie neuerdings Köstler 1928 in einer besonderen Abhandlung gezeigt hat, dass die Grösse der Holzvorräte nicht nach Begründungskosten zusammen mit einem Zinsfuss geregelt werden kann. Es ist besonders hervorzuheben, dass das Fehlen eines objektiven Reifebegriffs, die schwierige Scheidung und Erfassung der Vermögensteile, Anschaffungs- und Herstellungskosten eine wirtschaftliche Kalkulation im Waldbetriebe schon unsicher machen. Es scheint daher auch in Anbetracht dessen, dass bei der Erzeugung von Holz im Walde Produktionskosten eine geringe Rolle spielen, verständlich, dass Rentabilitätsrechnungen um so schwerer durchzuführen sind, und es ist nicht leicht einzusehen, warum gerade in dieser eigenartigen Produktion mit »Waldwertrechnung» nach furchtbar verwickelten Formeln operiert werden soll, — weil die meisten Grundlagen dabei vollkommen hypothetisch sind.

Es bleibt also bei der Erfassung der ökonomischen Ziele nichts übrig, als die wirtschaftlichen Kalkulationen auf das geringste notwendige Mass einzuschränken. Dabei bleibt die Berechnung des subjektiven Ertragswerts neben der Massenorientierung das einzige Mittel, dessen der Waldbesitzer sich bedienen kann. Es gibt überaus viele Fälle, besonders in primitiveren Verhältnissen, wo die Unterlagen für eine Berechnung des Ertragswerts für verschiedene Waldtypen und Dimensionen fehlen, wo also nur der Masse und dem Zuwachs nach orientiert werden kann, aber wo die Unterlagen einmal vorliegen, gibt die ökonomische Orientierung ein ausgezeichnetes Mittel in die Hand (vollständige Betriebsgrundlagen liegen bereits für Lettland durch Ostwald 1915 und für Mitteldeutschland durch Krieger 1929 vor).[1]) Wenn man beachtet, dass dieser Ertragswert

[1]) Die Berechnungen S. 148 und 149 sind an der Hand der Ertragstafeln von Ilvessalo 1920 durchgeführt und sind durch diese die ökonomischen Ziele naturnormaler Wälder in der angenommenen Preislage in Süd- und Mittel-Finnland bestimmbar. Die Berechnungen betreffen die Geldertragstafeln für 1 ha in Kiefernwäldern und sind Verwaltungskosten gegen Durchforstungen gestrichen. Der Preis für Kubikfuss Nutzholz variiert zwischen 2.50—4 Mk, und 1 fm Nutholz ist in 20—29 Kubikfuss umgerechnet.

sich hauptsächlich auf *die Ergebnisse der nächsten Jahre* stützt und der Wert einen internen Kalkulationswert darstellt, dann kann er nicht von den Bedenken Endres' gegen den »Rentierungswert» als Vermögensnachweis betroffen werden. Die Bewertung eines Betriebes für den Verkauf gehört nicht in den Rahmen nachhaltiger Betriebsführung.

Eine besondere Bedeutung kommt dem Durchmesser der Stämme bei der Messhöhe, welche beim Verkauf im Gebrauch ist (Brusthöhe, 18 engl. Fuss für Sägenutzholz), zu. Es ist einleuchtend, dass für den Erfolg die Absatzverhältnisse massgebend sind. Bei primitiven Verhältnissen und an abgelegenen Orten findet nur das gröbste Nutzholz Absatz, und das ökonomische Ziel wird durch Erziehung und Verkauf von solchem Holz erreicht. Wenn sich aber der Absatz verbessert, fangen die kleineren Durchmesser mit den gröberen zu konkurrieren an. Viel Kleinholz wird jedoch im Wege der Bestandespflege gewonnen, so dass die Verwirklichung des ökonomischen Ziels sich dennoch an den Durchmesser des Nutzholzes knüpft. Es bleibt dabei zu entscheiden, welcher Durchmesser für verschiedene Holzarten auf verschiedenen Waldtypen als hiebesreif anzusehen ist, was sich durch Vergleichung der verschiedenen sich ergebenden Ertragswerte durchführen lässt. Gewiss lässt dies sich bei jedem Bestand nach dem Muster S. 148 und 149 durchführen, aber nach der dynamischen Betriebstheorie soll sich die einträglichste Benutzungsart des Waldes sowohl als der nachhaltige Geldetat aus den errechneten Waldertragswerten geben. Dabei wird auch der grosse Vorteil erreicht, dass das produktive Ziel für den Waldbau exakt in Zoll oder cm angegeben werden kann, — und nicht nur im Wege des Alters, wie bei den Kostentheorien. Bei den Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen sind die Altersbestimmungen und noch andere Umstände naturlich von Wert, bei der Betriebsführung ist je doch von altersher der Gebrauch des Durchmessers bevorzugt worden, dies findet einen Ausdruck z. B. in den Verkaufsbestimmungen der öffentlichen Wälder. Für genauere Untersuchung in ökonomischer Hinsicht eignen sich Leitbetriebe in verschiedenen Teilen des Landes, speziell was die Hauptholzarten und Waldtypen angeht, wodurch auch die Standardisierung der Produktion in den Privatwäldern befördert werden kann, wo eigene Unterlagen und geschultes Personal mangeln. Es kann auf diese Weise die Waldbetriebsforschung die Bewirtschaftung der Wälder effektiv im ganzen Lande befördern.

Was die Beschaffung der Unterlagen für eine ökonomische Bewirtschaftung der Wälder anlangt, sind die forstlichen Untersuchungsanstalten hierzu besonders geeignet. Es muss in jedem Lande die

Leistungskraft oder sachliche Ergiebigkeit der Wälder mit Berücksichtigung der allgemeinen Absatzverhältnisse und der sozialen Lage der Waldbesitzer besonders untersucht werden. Wenn die leitenden Tatsachen einmal festgestellt sind, können die Praktiker auf den gegebenen Grundlagen weiterbauen.

LITERATUR.

Aarum, T. Laeren om Samfundets Økonomi. Kristiania. Bd. I. 1924, Bd. II. 1928.

Aereboe, F. Allgemeine landwirtschaftliche Betriebslehre. Berlin. 1919.

Amilon, I. A. Skogsskötseln och dess förutsättningar. Stockholm. 1923.

» Om skogsbokföring och skogsvärdering. S. T. 1916.

Andersson, E. Enligt hvilka ekonomiska principer bör en rationell skogshushållning bedrifvas? S. T. 1911.

Ballod, C. Die Produktivität der Landwirtschaft. Sch. V. S. 1910.

Barth, A. Skogstaksationslaere. Kristiania. 1921.

Barth, J. B. Om skovene i deres Forhold till Nationalœconomien med specielt Hensyn paa Norge. 1857.

Baur, F. Handbuch der Waldwertberechnung. Berlin. 1886.

von Berg, E. Staatsforstwirtschaftslehre. Leipzig. 1851.

Biolley, H. E. Die Forsteinrichtung auf der Grundlage der Erfahrung und insbesondere das Kontrollverfahren. Übersetzt von Eberbach. Karlsruhe. 1922.

Blomqvist, A. G. Öfverblick af forstvetenskapens utveckling i senaste tid. F. F. M. 1879.

» Skogshushållningens nationalekonomi och synpunkter i Forstpoliti. Helsingfors. 1893.

Böcker, C. C. Om skogars skötsel i Norden. Åbo. Bd. I. 1829.

Bøhmer, I. G. Bledningsskog. T. S. 1922.

Borggreve, B. Die Forstreinertragslehre, insbesondere die sogenannte forstliche Statik Professor Dr. Gustav Heyers, nach ihrer wissenschaftlichen Nichtigkeit und wirtschaftlichen Gefährlichkeit. Bonn. 1878.

» Die Forstabschätzung. Ein Grundriss der Forstertragsregelung und Waldwertrechnung. Berlin. 1888.

van der Borght, R. Ein Vorschlag zur Lehre von den Produktionsfaktoren Natur und Kapital. J. N. S. 1903.

Borgmann, W. Tagesfragen aus dem Gebiet der forstlichen Betriebslehre. F. Cbl. 1927.

» Forsteinrichtung und Forstmathematik. Neudammer F. L. Neudamm 1929.

» Wertermittelung und Werterzeugung im Wirtchaftswald, Leitsätze für den akademischen Unterricht. Dresden. o. J.

Bose, H. L. Das forstliche Weiserprozent. Berlin. 1889.

Boucke, F. Principles of economics. Bd. I—II. New York. 1925.

Bretano, L. Das Freihandelsargument. Berlin 1910.

Brinkman, T. Die Oekonomik des landwirtschaftlichen Betriebes. G. d. S. VII. Tübingen. 1922.

Cajander, A. K. The Theory of Forest Types. A. F. F. Helsinki. 1926.
Cajanus, W. Muutamia metsätalouden järjestelyä koskevia mietteitä. M. A. 1914.
Cannan, A. History of the Theories of Production and Distribution in English Political Economy 1776—1848. London. 1894.
» Review of economic Thought. London. 1929.
Carver, T. N. Principles of Rural Economics. Boston. 1911.
Cassel, G. Theoretische Sozialökonomik. Leipzig. 1923.
» Skogsbrukets nationalekonomiska betydelse. S. T. 1924.
Chapman, H. H. Forest Finance. New Haven. 1926.
Christersson, T. Om kooperativt skogsbruk. Skogen. 1926.
Clark, I. M. Economics of Overhead Costs. Chicago. 1923.
Conrad, I. Das Rentenprinzip nach Rodbertus. J. N. S. 132.
le Coutre, W. Praxis der Bilanzkritik. Berlin—Wien. Bd. I—II. 1926.
Curtis, R. E. Economics: Principles and interpretation. New York. 1928.
Descombes, P. Eléments de Sylvonomie. Paris—Nancy. 1919.
Diehl. K. Theoretische Nationalökonomie. Jena. Bd. II. 1924.
Dieterich, V. Die Elemente der Wertsmehrung in der Waldwirtschaft. Tübingen. 1911.
Dietzel, H. Theoretische Sozialökonomik. Leipzig. Bd. I. 1895.
Domänverkets Bokföring. Stockholm. 1921.
Eberbach, O. Aus dem Walde. Die Ordnung der Holznutzungen auf wirtschaftlicher und geschichtlicher Grundlage. Karlsruhe. 1913.
» Die forstliche Erwerbswirtschaft, ihre betriebliche Ordnung und kaufmännische Uberwachung. Karlsruhe. 1927.
Eggenschwyler, W. Zum Problem der Produktivität. J. N. S. 1915.
Endres, M. Lehrbuch der Waldwertrechnung und Forststatik. Berlin. 1923.
» Handbuch der Forstpolitik. Berlin. 1922.
Eneroth, O. Till frågan om skogsbrukets ekonomi. S. T. 1914.
Faustmann, M. Berechnung des Werthes welchen Waldboden, sowie noch nicht haubare Holzbestände für die Waldwirtschaft besitzen. A. F. J. Z. 1849 s. 441—445.
Feistmantel, R. Die politische Oekonomie mit Rücksicht auf das forstliche Bedürfnis. Wien. 1856.
Fischer, I. G. Elementary Principles of Economics. New York. 1928.
Fischer, R. Die Bilanzwerte. Leipzig. Bd. I. 1925. Bd. II. 1908.
Fredenborg, K. Är ekonomisk skogshushållning möjlig? S. T. 1912.
Frey, L. Die Methoden der Tauschwerte. Berlin. 1888.
Gelesnoff, W. Grundzüge der Volkswirtschaftslehre. Leipzig. 1928.
Gerstner, P. Die Betriebsanalyse. Berlin. 1928.
Glaser, T. Kritische Betrachtungen der in neuerer Zeit hervorgetretenen Theorien über Waldwertrechnung und forstliche Statik. München. 1910.
» Beiträge zur Waldwertrechnung und forstlichen Statik. Tübingen. 1915.
Godbersen, R. Die Theorie der forstlichen Ökonomik. Neudamm. 1926.
von Gottl-Ottlilienfeld, F. Wirtschaft und Technik. G. d. S. Tübingen. Bd. II. 1914.
von Guttenberg, A. Forstbetriebseinrichtung. Wien—Leipzig. 1911
Gylden, C. W. Handledning för Skogshushallare i Finland. Helsingfors. 1853

Hagfors, E. A. M. Beitrag zur Kenntnis des Wesens der Waldwirtschaft. A. F. F. Helsinki. 1929.
Halberstaedter, H. Die Problematik des wirtschaftlichen Prinzips. Berlin. 1925.
Hartig, G. L. Anweisung zur Taxation und Beschreibung der Forste. Giessen. 1813.
Hausendorf, R. Der Erfolg des forstlichen Betriebsunternehmens. Berlin. 1926.
Heckscher, E. Skogsbrukets räntabilitet. Ek. T. 1912.
Heikinheimo, O. und Saari, E. Suomen metsät ja metsätalous. Helsinki. A. F. F. 1922.
Helferich, F. Die Forstwirtschaft. Schönb. Hb. Bd II. Tübingen. 1891.
Heller, W. Theoretische Volkswirtschaftslehre. Leipzig. 1927.
Hempel, G. Die Grundlagen der Forstbetriebseinrichtung. Wien—Leipzig. 1922.
Hennig, K. W. Betriebswirtschaftslehre der Industrie. Berlin. 1928.
Hermann, F. B. W. Staatswirtschaftliche Untersuchungen über Vermögen, Wirtschaft, Produktivität der Arbeit, Kapital, Preis, Gewinn, Einkommen und Verbrauch. München. 1832.
Heyer, C. Die Waldertragsregelung. Giessen 1841.
» Die Hauptmethoden zur Waldertragsregelung. Giessen 1848.
Heyer, G. Anleitung zur Waldwertrechnung. Leipzig. 1865.
» Handbuch der forstlichen Statik. Bd. I. Leipzig. 1871.
Hiley, W. A. The mean Annual Forest Per Cent. Q. J. F. 1919.
Hofmann, A. Über die Methoden der forstlichen Rentabilitätsrechnung. Oe. F. 1910.
Holmerz, C. G. Studier i Skogstaxation. Stockholm. Bd. I. 1876. Bd. II. 1878.
Huffel, G. Economie Forestière. Paris. Bd. I—III. 1905, 1910, 1920, 1926.
Hufnagl, L. Die Grundzüge der wahren Bestandeswirtschaft. Prag. 1899.
» Zur Betriebseinrichtung im Plenterwalde. F. Cbl. 1928.
Hundeshagen, J. C. Die Forstabschätzung auf neuen wissenschaftlichen Grundlagen. Teil II. Waldwertrechnung. Tübingen. 1826.
Hönlinger, H. Waldwertrechnung und forstliche Statik des jährlich nachhaltigen Betriebes. Wien—Leipzig. 1906.
» Forststatik und Waldwertrechnung. Ohne Ort. 1926.
Ilvessalo, Y. Tutkimuksia metsätyyppien taksatoorisesta merkityksestä. A. F. F. Helsinki. 1920.
Jacoby, W. Der Streit um den Kapitalsbegriff. Jena. 1908.
Jevons, S. The Theory of Political Economy. London. 1911.
Johnson, A. Rent in modern economic Theory. New York. A. E. A. P. 1902.
Jonson, T. Omloppstidens inverkan på skogsbrukets ekonomi. S. T. 1913.
» Till frågan om skogsbrukets ekonomi. S. T. 1914.
» Försök till grundlinjer för det svenska skogsbrukets ekonomi. Festskrift vid skogshögskolans invigning 3. 5. 1917. Stockholm. 1917.
» De nya grunderna för fastighetstaxering av skog. Skogen. 1921.
Jouzier, É. Économie rurale. Paris. 1920.
Judeich, F. Das Waldkapital. Th. J. 1879.
Judeich, F. —Neumeister, M. Die Forsteinrichtung. Leipzig. 1904.

Katzer, K. Kameralistik und kaufmännische Buchführung.A. F. J. Z. 1927.
Kirkland, B. P. Flexible Rotation in American Forest Organization. J. F. 1925.
von Kleinwächter, F. Lehrbuch der theoretischen Nationalökonomie. Leipzig. 1923.
Knorr. Aus forstlicher Theorie und Praxis. 1879. Zitiert n. Lehr. 1913.
Kordvahr. Gedanken über Zweck und Ziel der Forstwirtschaft. Z. F. J. 1919.
» Individualismus und Sozialismus in der Forstwirtschaft. Z. F. J. 1921.
König, C. Ueber wirtschaftliche und statische Grundlagen für den praktischen Forstbetrieb. Tübingen. 1912.
König, G. Die Forstmathematik. Gotha. 1835. 5 Aufl. 1864.
Köstler, J. Kapitalismus und Forstwirtschaft. Neudamm. 1928.
Kraft, E. F. G. Beiträge zur forstlichen Zuwachsrechnung und zur Lehre vom Weiserprozent. Hannover. 1885.
» Beiträge zur forstlichen Statik und Waldwertberechnung. Hannover. 1887.
» Über die Beziehungen des Bodenerwartungswertes und der Forsteinrichtungsarbeiten zur Reinertragslehre. Hannover. 1890.
Kreutzer, E. Diskussion der forststatischen Gleichungen. Prag. 1911.
» Die Waldwirtschaft auf statischer Basis. Prag. 1912.
» Die Statik der Betriebsklasse. Prag. 1915.
Krieger, H. Die Messung der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Waldes. Neudamm. 1929.
Kubelka, A. Die Ertragsregelung im Hochwalde. Wien. 1914.
Künanz, H. Untersuchungen über die Rentabilität der Badischen Staats- und Gemeindewaldwirtschaft. Karlsruhe. 1924.
Künkele, T. Beiträge zur Ermittelung des forstlichen Wertzuwachses. F. Cbl. 1913.
Kåsa, J. H. Skogbrukslaere. Oslo. 1926.
Lakari, O. J., Valtion metsätalouden tehostaminen. Silva Fennica. 1927.
Landolt, L. Die forstliche Betriebslehre mit besonderer Berücksichtigung der schweizerischen Verhältnisse. Zürich. 1892.
Laur, G. Wirtschaftslehre des Landbaus. Berlin. 1920.
Le Coutre, W. Praxis der Bilanzkritik. Bd. I—II. Berlin—Wien. 1926.
Lehmann, M. R. Allgemeine Betriebswirtschaftslehre. Leipzig. 1928.
Lehr, I. Beiträge zur Statistik der Preise insbesondere des Geldes und des Holzes. Frankfurt. 1885.
Lehr, I.—Busse, I. Waldwertrechnung und Statik. H. d. F. W. Bd. III. Tübingen. 1927.
» Forstpolitik. H. d. F. W. Bd. IV. Tübingen. 1913.
Leitner, F. Privatwirtschaftslehre der Unternehmung. Berlin—Leipzig. 1922.
Lemmel, Die Bodenreinertragslehre in sozialökonomischem Licht. Z. F. J. W. 1925.
Lie, H. Skogens driftsværdi. T. S. 1914.
» Skogbrukets driftslaere. Oslo. 1926.
Liefmann, R. Kapital und Kapitalismus. Z. f. S. 1916.

Liefmann, R, Grundsätze der Volkswirtschaftslehre. Stuttgart—Berlin. Bd. I. 1917. Bd. II. 1919.
» Grundlagen einer ökonomischen Produktivitätstheorie. J. N. S. 1912.
» Volks-, Privat- und Forstwirtschaftslehre. Z. F. J. 1925.
» Nationalökonomie und Waldwertrechnung. A. F. J. Z. 1925.
Lindberg, I. Domänforvaltningens nya bokföring. S. T. 1915.
Lönnroth, E. Zur Frage der Waldbetriebsregelung. A. F. F. Helsinki. 1927.
» Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände, basiert auf Material aus der Südhälfte Finnlands. A. F. F. Helsinki. 1925.
Mahlberg, W. Bilanztechnik und Bewertung bei schwankender Währung. Leipzig. 1922.
Marshall, A. Principles of Economics. London. 1925.
Martin, H. Die Forstliche Statik. Berlin. 1918.
» Die Fortbildung des sächsischen Forsteinrichtungsverfahrens. Berlin. 1920.
» Die Forsteinrichtung. Berlin. 1926.
Maron, E. W. Die Privat-Forstwirtschaft in kurzen Umtrieben mit hohem Geldertrage. Breslau. 1848.
Martineit, H. Anleitung zur Waldwertrechnung und Bonitierung von Waldungen. Berlin. 1892.
Marx, K. Das Kapital. Hamburg. 1922.
» Lohnarbeit und Kapital. Berlin. 1891.
Mayer, H. Untersuchung zu dem Grundgesetz der wirtschaftlichen Wertrechnung. Z. f. S. 1922.
Mathys, U. Bestimmung der Umtriebszeit und des Haubarkeitsalters. Chur. 1907.
Menger, K. Zur Theorie des Kapitals. J. N. S. 1903.
Micklitz, Th. Bestandeswirtschaft und Altersklassenmethode. Wien—Leipzig. 1916.
Moeller, H. Zur Frage der Objektivität des wirtschaftlichen Prinzips. A. f. S. S. 1920—21.
Möller, A. Der Dauerwaldgedanke. Neudamm. 1922.
Offenberg, L. Grundzüge der Waldwertsberechnung auf volkswirtschaftlicher Grundlage. Berlin. 1912.
» Die Bewertung ländlicher Grundstücke. Berlin. 1924.
Oppenheimer, F. Theorie der reinen und politischen Ökonomie. Jena. Bd. I. 1923. Bd. II. 1924.
Ostwald, E. Zur Reinertrags-Praxis. Th. J. 1882.
» Zur Systematik forstlicher Wirtschaftstheorien. A. F. J. Z. 1906.
» Der Reinertrag des forstlichen Nachhaltsbetriebes. Z. F. J. 1907.
» Der Erwerbswald, Wirtschaftszinsfuss und die Waldrente. Z.F.J. 1913.
» Fortbildungsvorträge über Fragen der Forstertragsregelung. Riga. 1915.
» Der Bodenertragswert und die Waldrente. Z. F. J. 1927.
» Etat und Rente. Z. F. J. 1927.
» Zur forstwirtschaftlichen Rechnungslegung. F. Cbl. 1927.
Pazourek, J. Volkswirtschaftliche Theorien, Sozialisierungsversuche und privatwirtschaftliche Wirklichkeit. Prag. 1929.

Pigou, A. C. Economics of Welfare. London. 1929.
Pinkerton, P. W. Accouting for Surplus, New York. 1923.
Pesch, H. Lehrbuch der Nationalökonomie. Freiburg i. B. Bd. I—III. 1904—13.
Philippovich, E. Wesen der volkswirtschaftlichen Produktivität und Möglichkeit ihrer Messung. Sch. V. S. 1910.
» Allgemeine Volkswirtschaftslehre. Tübingen. 1926.
Petrini, S. Om trävaruprisernas stegring och inverkan härav på skogsbrukets räntabilität. S. T. 1916.
» Skogsproduktion och räntabilität. S. T. 1925.
Pressler, M. R. Der rationelle Waldwirt und sein Waldbau des höchsten Ertrages. I—II. Buch. Dresden. 1858—59. Fortsetzung bis 1885.
Radloff, W. Berättelse om skogshushållningen i Tyskland. K. Vet. Akad. Ekonom. Annaler. 1807.
Räss, H. Die Waldertragsregelung gleichmässigster Nachhaltigkeit in Theorie und Praxis. Frankfurt. 1890.
Recknagel, A. B., Bentley, J., Guise, C. H. Forest Managment. New York. 1926.
Ricardo, D. Principles of Political Economy and Taxation. 1821. Zitiert n. Marshall 1925.
Richards, R. D. Groundwork of Economics. London. 1928.
Riebel, F. Waldwertrechnung und Schätzung von Liegenschaften. Wien—Leipzig. 1905.
Rodbertus—Jagetzow, K. Zur Erklärung und Abhilfe der heutigen Kreditnot des Grundbesitzes. Bd. I. Berlin. 1868. Bd. II. Jena. 1869.
» Das Kapital. Vierter sozialer Brief an v. Kirchmann. Berlin. 1884.
Rorem, C. R. Accounting Method. Chicago. 1928.
Roscher, W. Grundlagen der Nationalökonomie. Stuttgart. 1882.
Roth, F. Forest valuation. Ann Arbor. 1926.
Rothkegel, W. Kritische Betrachtungen zur Bodenreinertrags- und Waldreinertragslehre. Z. F. J. W. 1920.
Rubner, K. Die Bewegung der Holzpreise in Deutschland. Neudamm. 1920.
Saari, E. Sahapuun kantohinta ja menekki Suomen valtion metsissä vv. 1913—1922. A. F. F. 1923.
» Metsätalouden taloudelliset erikoisuudet ja perusteet. Maa ja metsä. Bd. I. Porvoo. 1928.
» Etelä-Suomen yksityistilojen metsätalouden tuotto. A. F. F. 1929.
Salz, A. Grundsätze einer Theorie vom Arbeitslohn. Wirtschaftstheorie der Gegenwart. Bd. III. Wien. 1928.
Samuelson, W. Markvärdet och dess beräkning. S. T. 1925.
Schager, N. Sveriges enskilda skogar. Stockholm. 1925.
» Det svenska skogsbrukets förutsättningar och historia. Stockholm. 1925.
Scheffler, Vierteljahrschrift f. Volksw., Politik u. Kulturgesch. 1879. Zitiert n. Schmalenbach. 1926.
Schiffel, A. Über Umtriebszeit und Hiebssatzermittelung. Oe. F. 1910.

Schlich, Wm. Forest Managment including Mensuration and Valuation. London. 1925.

Schmalenbach, E. Dynamische Bilanz. Leipzig. 1926.

Schmaltz, K. Bilanz (dynamisch). Handbuch der Betriebswirtschaft. Bd. I. Stuttgart. 1926.

Schmidt, W. Beiträge zur statistischen Erfassung des Volkswohlstandes. 1914. Zitiert n. Diehl 1924.

Schumpeter, J. Epochen der Dogmen- und Methodengeschichte. Tübingen. G. d. S. Bd. I. 1914.

» Deutschland. Wirtschaftstheorie der Gegenwart. Wien. Bd. I. 1927.

Segerdahl, G. Handbok i skogsuppskattningslära. Stockholm. 1868.

Seligman, E. Principles of Economics. New York. 1923.

Simon, Die Bilanzen der Aktiengesellschaften und Kommanditgesellschaften. Berlin. 1886. Zitiert nach Schmalenbach 1926.

Smith, A. Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations. 1776. Zitiert n. Marshall. 1925.

Spann, O. Fundament der Volkswirtschaftslehre. Jena. 1923.

Spiegel, R. von u. z. Peckelsheim, Praktische Waldwertrechnung auf wirtschaftstheoretischer Grundlage. Hannover. 1926.

Stammler, R. Wirtschaft und Recht. Leipzig. 1914.

Stengel, A. Die kaufmännische Buchführung im Forstbetriebe mit Berücksichtigung der amerikanschen Methode. Wien—Leipzig. 1921.

Stoetzer, H. Die Forsteinrichtung. Frankfurt a. M. 1898.

» Waldwertrechnung und forstliche Statik. Frankfurt a. M. 1908.

Streller, R. Statik und Dynamik in der theoretischen Nationalökonomie. Leipzig. 1926.

Taussig, F. W. Principles of Economics. New York. Bd. I—II. 1928.

Taylor, H. C. Outlines of Agricultural Economics. New York. 1925.

Thomas, S. E. Elements of Economics. London. 1928.

von Thünen, J. H. Der isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. Ausgabe Waentig. Jena. 1910.

Verrijn Stuart, C. A. Die Grundlagen der Volkswirtschaft. Jena. 1923.

Vershofen, W. Das Prinzips des kleinsten Mittels in der Wirtschaft A. f. S. S. 1926.

Voigt, A. Technische Oekonomik, in: Wirtschaft und Recht der Gegenwert. Bd. II. 1912.

» Produktion und Erwerb. Z. f. S. 1893.

Wagener, G. Anleitung zur Regelung des Forstbetriebes nach Massgabe der nachhaltig erreichbaren Rentabilität. Berlin. 1875.

» Die Waldrente und ihre Erhöhung. Berlin. 1899.

Wagner, A. Theoretische Sozialökonomik oder Allgemeine und theoretische Volkswirtschaftslehre. Leipzig. Bd. I. 1907. Bd. II. 1909.

Wagner, Chr. Die Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde. Tübingen. 1913.

» Die Verwirklichung des Reinertragsprinzips in der Forstwirtschaft. A. F. J. Z. 1925.

» Lehrbuch der theoretischer Forsteinrichtung. Berlin. 1928.

Walb, E. Zur Theorie der Erfolgsrechnung. Z. f. H. F. 1923.

Walb, E. Die Bilanz als Mittel der Erfolgsrechnung. Z. f. B. 1924.
» Die Erfolgsrechnung privater und öffentlicher Betriebe. Berlin—Wien. 1926.
» Zur Frage des Bilanzbegriffs. Z. f. B. 1925.
Walker, R. G. Problems in Accouting Principles. New York. 1929.
Wallmo, U. Ekonomiska och skogliga synpunkter vid skogsförvaltning. S. T. 1912.
» Lämpligaste beskattningsformen för skogsbruket från skogsvårdssynpunkt. S. T. 1920.
Walras, L. Éléments d'économie politique pure. Édition définitive. 1900.
Wappes, L. Studien über die Grundbegriffe und die Systematik der Forstwissenschaft. Berlin. 1909.
» Grundlagen, Gliederung und Methode der Forstwissenschaft. H. d. F. W. Bd. I, Tübingen. 1926.
Weber, Ad. Allgemeine Volkswirtschaftslehre. München—Leipzig. 1929.
Weber, H. W. Die forstwirtschaftliche Erfolgsrechnung. Silva. 1925.
» Forstwirtschafts-Politik. Neudamm. 1926.
» Das System der Forstwirtschaftslehre. Giessen. 1929.
Weber, R. Lehrbuch der Forsteinrichtung mit besonderer Berücksichtigung der Zuwachsgesetze der Waldbäume. Berlin. 1891.
Weddigen, W. Theorie des Ertrages. Jena. 1927.
Weise, W. Die Taxation der Privat- und Gemeinde-Forsten nach dem Flächen-Fachwerk. Berlin. 1883.
» Leitfaden für Vorlesungen aus dem Gebiete der Ertragsregelung. Berlin. 1904.
Weiss, F. X. Die Grundrente im System der Nutzwertlehre. Wirtschaftstheorie der Gegenwart. Bd. III. Wien. 1928.
Welander, P. O. Ekonomiska och skogliga synpunkter vid skogsförvaltningen. S. T. 1912.
Wenmark, G. Kortare produktionstid inom skogsbruket. Skogen. 1925.
Weyermann, M. Zum Begriff des Volksvermögens. Z. f. S. V. 1916.
von Wieser, E. Theorie der gesellschaftlichen Wirtschaft. G. d. S. Bd. I. Tübingen. 1914.
Wiedemann, Die sächsische Bodenreinertragswirtschaft. Silva. 1925.
von Wilmowsky, Preussisches Einkommensteuergesetz vom 24 Juni 1891. Zitiert n. Schmalenbach. 1926.
Wölfer, T. Grundsätze und Ziele neuzeitlicher Landwirtschaft. Berlin. Bd. III. 1925.
Wunderlich, F. Produktivität, Jena. 1926.

Abkürzungen:

A. E. A. P. = American Economic Association Publications.
A. F. F. = Acta Forestalia Fennica.
A. F. J. Z. = Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitung.
A. f. S. S. = Archiv f. Sozialwissenschaft und Sozialpolitik.
Cbl. F. = Centralblatt für das gesamte Forstwesen.
Ek. T. = Ekonomisk Tidskrift.
F. Cbl. = Forstliches Centralblatt.

F. F. M. = Finska Forstföreningens Meddelanden.
G. d. S. = Grundriss der Sozialökonomie. Tübingen.
J. F. = Journal of Forestry.
J. f. G. V. = Jahrbücher für Gesetzgebung, Verwaltung und Volkswirtschaft.
J. N. S. = Conrads Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik.
M. A. = Metsätaloudellinen Aikakausikirja.
Oe. F. = Oesterreichische Vierteljahrschrift für Forstwesen.
Q. J. F. = Qarterly Journal of Forestry.
Schönb. H. = Schönbergs Handbuch der Politischen Oekonomie. Tübingen.
Sch. V. S. = Schriften des Vereins für Sozialpolitik.
S. T. = Skogsvårdsföreningens Tidskrift.
T. S. = Tidskrift for Skovbrug.
Th. J. = Tharandter forstliches Jahrbuch.
Z. f. S. = Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft.
Z. f. B. = Zeitschrift für Betriebswirtschaftslehre.
Z. f. H. F. = Zeitschrift für Handelswissenschaftliche Forschung.
Z. f. S. V. = Zeitschrift für schweizerische Statistik und Volkswirtschaft.

Druckfehler und Berichtigungen.

Seite	5	Zeile	7	v. o.	steht	43	statt	34.
»	8	»	16	v. u.	der Beisatz ist zu streichen.			
»	17	»	6	v. o.	steht	Ostwald 1917	statt	1915.
»	22	»	7	v. o.	»	1893	»	1891.
»	32	»	1	v. u.	»	Rubner 1923	»	1920.
»	46	»	4	v. o.	»	1893	»	1891.
»	52	»	12	v. o.	»	1914	»	1913.
»	79	»	2	v. u.	»	Hausendorf 1927	»	1926.
»	93	»	8	v. o.	»	$\frac{\frac{A_1}{n}(1{,}0\,p^u-1)}{0{,}0\,p}$	statt	$\frac{\frac{A_1}{n}(1{,}0\,p^n-1)}{0{,}0\,p}$
»	97	»	11	v. o.	»	,	»	, die
»	97	»	7	v. u.	»	brauchbare	»	brauchbaiere.
»	98	»	18	v. u.	soll sein	$Ar^{-k}+SDr^{-k}-(Ke^{+k}-c^{+k})$.		
»	98	»	13	v. u.	steht	Tharndter	statt	Tharandter.
»	98	»	3	v. u.	»	Kapitalanteil	»	Verwaltungskostenanteil
»	109	»	1	v. u.	»	1893	»	1891
»	143	»	4	v. o.	»	1906	»	1904.
»	150	»	1	v. u.	»	Nutholz	»	Nutzholz.
»	151	»	13	v. u.	»	naturlich	»	natürlich.
»	153	»	3	v. u.	»	Bretano	»	Brentano.
»	154	»	12	v. o.	»	132	»	1870.
»	154	»	18	v. u.	»	s.	»	S.
»	159	»	14	v. u.	»	Gegenwert	»	Gegenwart.

Metsäliikkeen taloudellisista päämääristä.

Kirjoittanut

E. A. Martin Hagfors.

Selostus.

Johdanto.

Metsäliikkeen teorialle on ominaista, että se osittain käsittelee puhtaana tieteisoppina metsänhoidon piiriin kuuluvien yrityksien taloudellista luonnetta, mutta samalla taito-oppina edistää yksityistaloudellista ansaintaa. Osittain johtuu juuri tästä metsätalousopin kahdenlaisesta päämäärästä suuria vaikeuksia sen käsittelylle, jonka viimeisetkin esitykset, kuten Ostwald 1915, Godbersen 1926, Chapman 1926 ja Eberbach 1927, hyvin todistavat. Kuitenkin vaikeudet ovat suorastaan saaneet leimansa myös metsänhoidon alkeellisesta tasosta ja yleisen kansantaloustieteen vaikutuksesta. Mitä metsänhoidon alkeelliseen tasoon tulee, on se suureksi osaksi riippunut Pohjois- ja Itä-Euroopan ehtymättömistä metsävaroista, jotka eivät markkinoille jouduttuaan ole sallineet voimaperäisempää talousmuotoa; niin on ollut laita varsinkin laajoissa valtion metsissä. Toiselta puolen puunjalostusyhtiöt metsissään ovat harjoittaneet eräänlaista raaka-ainetaloutta, jolloin kantarahan ja sen kautta taloudellisen tuloksen tavoittaminen ovat olleet vasta toisella sijalla. Tämän johdosta metsätalouden hoidon taso on jäänyt alhaiseksi. Mitä kansantalouteen tulee, on se jo ilman sanottavaa edistystä seissyt, ainakin mitä maankorko-oppiin tulee, miltei paikallaan lähes 100 vuotta, ja koko siihen nojautuva metsätalouden teoria on käynyt hieman vanhanaikaiseksi ja nykyoloihin soveltumattomaksi. Löytyy useita metsänhoidolle aivan perustavia kysymyksiä, joista taloustieteilijät eivät ole voineet sopia keskenään. Senpä vuoksi ei olekaan ihmeteltävää, että uudemmat, käytäntöä palvelevat ja siinä kehittyneet näkökohdat ovat saavuttaneet laajaa kannatusta; liiketaloustiede on paremmin kuin kansantaloustiede voinut ottaa huomioon talousyritysten erikoisen luonteen ja ominaisuudet palvellen siten etevällä tavalla käytäntöä. Tämä ei silti suinkaan estä sitä, että metsänhoitoonkin nähden on sovellettava määrätty kansantaloudellinen periaate, se kuuluu luonnollisesti asiaan; mutta ottaen huomioon metsätalouden erikoisluonteen voidaan liiketaloustieteen taholta odottaa paljon arvokasta lisävalaistusta metsänkäytön taloudellisiin perusteihin nähden.

Yleensä arvellaan, että metsätalouden liikeopin yleisen osan muodostaa talousteoria (metsästatiikka), että siihen kuuluu metsänarvioimen sanan laajimmassa merkityksessä, mutta yksityiskohtaisesta järjestelmästä ollaan eri mieltä. Seuraava tekijän ehdotus sisältää tärkeimmät näkökohdat:

Metsätalouden liikeopin järjestelmä.

1. Metsäliikkeen taloustеoria.
   a. Metsäliikkeen taloudellinen luonne.
   b. Metsäliikkeen päämäärät.
   c. Kestävyyden periaate.
   d. Metsäliikkeen liiketulos.
2. Metsäliikkeen järjestelyn tekijät.
3. Metsäliikkeen järjestely (=Metsänjako).
4. Metsäliikkeen johto.
   a. Käytännöllinen liikkeenjohto.
   b. Metsäliikkeen tilitykset.

Näistä metsäliikkeen taloustеoria vastaa suunnilleen metsästatiikkaa tai metsänarvioimisen oppikirjojen »yleistä» osaa; metsäliikkeen järjestely vastaa hallinnon suunnittelua ja taloussuunnitelman laadintaa (hakkauslaskelmat y. m.). Metsäliikkeen johto on tavallisesti jäänyt oppikurssin ulkopuolelle, vaikka siihen kuuluu sellaisia tärkeitä puolia metsätalousliikkeestä kuin puutavaran myynti ja kirjanpito y. m.

Metsäliikkeen samoinkuin muunkin taloudellisen toiminnan tulee perustua järkiperäiseen harkintaan, taloudellisen periaatteen noudattamiseen, joka takaa, että metsien tuotantokyky käytetään metsänomistajien ja koko kansan parasta taloudellista hyvinvointia silmälläpitäen, ja että puutavara kasvatetaan alhaisimmilla mahdollisilla kustannuksilla. Tämän tutkimuksen tehtävänä on koettaa selvittää, miten tällainen paras tulos metsien kasvatuksessa on saavutettavissa ja mitkä ne päämäärät ovat, jotka etevälle metsänhoidolle taloudellisessa suhteessa voidaan asettaa. Tällöin rajoitutaan mikäli mahdollista tehtävän ratkaisuun periaatteellisesti vähäisempiä poikkeuksia huomioonottamatta. Tutkimuksen suorittamisessa on lähdetty seuraavista lähtökohdista:

1. Taloudellisten päämäärien johtamiseksi on eroitettu mikäli mahdollista toisistaan taloudellinen periaate ja teknillinen tuotantotoiminta eli metsänhoito sanan laajemmassa merkityksessä. Tätä erottamista ovat kuitenkin jo aikaisemmin pitäneet välttämättömänä Wappes 1909, von Gottl-Ottlilienfeld 1914, Voigt 1912 ja Lehmann 1928, sekä monet muut, ja on se myös tällaisessa tutkimuksessa välttämätöntä. *Taloudellisuus subjektiivisessa mielessä* ei ole aistein havaittavissa, vaan on taloussubjektin harkittua vertailua. *Metsätalous objektiivisessa suhteessa* käsittää metsätilat liikeorganisatioineen, joita juuri johdetaan subjektiivisten talousperiaatteiden mukaisesti. Tästä huolimatta kuuluvat kumpainenkin läheisesti yhteen ja ovat ne vain taloustoiminnan eri puolia. Jos halutaan kuvata metsänhoitoa elinkeinona, on metsätalous varmasti puutavaran kasvattamista, hankkimista, mutta tässä toiminnassa tarvitaan taloudellista harkintaa, joka on metsätaloutta subjektiivisessa mielessä.

2. Metsänhoidossa niinkuin maatilatalouksissa yleensä, on on välttämätöntä eroittaa toisistaan *liiketaloudellinen* ja *finansiellinen* näkökanta. Maatilaliikkeiltä puuttuu yleensä finansiellinen organisatio esim. osakeyhtiömuodossa, joten niissä ei ilman muuta voida soveltaa kauppa- ja teollisuusliikkeiden bilansseihin perustuvia finansiellisia kannattavaisuuslaskelmia. Maatilaliikkeissä suurin osa omaisuudesta on luonnonpääomaa (pellot, metsät, niityt), joilla on toisenlainen luonne

kuin kauppa- ja teollisuusomaisuudella. Maatilaliikkeiden taloudellisuutta tutkitaan liiketaloudellisten näkökohtien mukaisesti käyttäen vertauskohtana esim. vuotta ja hehtaaria. Tämän vuoksi tässä tutkimuksessa jätetään tarkoituksella metsätaloudellisten kannattavaisuusprosenttien laskeminen liiketeorian ulkopuolelle.

3. Vielä otetaan tutkimuksessa huomioon metsätalouden kestävyydelle välttämättömät suuret, arvokkaat, mutta sidotut puuvarastot, jotka ovat metsäliikkeen luonnonpääomista arvokkaimmat. Vaikka ne ovatkin hakkuukelpoista tavaraa lähdetään kaikkialla siitä edellytyksestä, että ne ovat *pitkäaikaisesti sidottuja luonnonpääomia*, joita ei käsitellä kannattavaisuuslaskelmissa samoin kuin rahaa pankkitilillä. Tällaisia pääomia kutsui von Wieser 1914 erikoispääomiksi, ja ovat ne samanluontoisia kuin maa: ne saavat arvonsa myydyistä vuosituotteista, eikä niillä ole määrättyjä tuotantokustannuksia. Kaikki nämä seikat johtuvat alkutuotannon erikoisuudesta kauppa- ja teollisuustuotantoon verraten.

Näille perusteille rakennettu tutkimus metsäliikkeen taloudellisista päämääristä muodostaa metsäliikkeen talousteorian keskeisen osan, vaikkakaan järjestelmän yksityiskohdista — vrt. H. W. Weber 1929 — ei ole täydelleen sovittu.

I. Osa. Yleiset perusteet.

Metsäliikkeen talousteorian käsittely yleensä.

Vaikkakin, kuten jo mainittiin, uudemmissa talousteorian esityksissä, — vrt. Martin 1918, Ostwald, Chapman, Jonson 1917 ja Godbersen, — on havaittavissa uudempia virtauksia, on metsäliikkeen talousteoriassa tähän saakka miltei kiistämättä vallinnut objektiiviseen kustannusteoriaan perustuva matemaattinen metoodi. Itse matemaattinen metsästatiikka sai tavallaan alkusysäyksen metsänhoitaja Faustmann'in lokakuussa 1849 julkaisemasta maanarvon kaavasta. Ennen pitkää koko liiketeoria muodostui väittelyksi siitä, »kenen kaava oli parempi». Oli sen takia aivan paikallaan, kun Martin huomautti, että suurempiakin yrityksiä kuin joku määrätty metsikkö hyvin voidaan hoitaa ilman »kaavaa». Joka tapauksessa on kuitenkin matemaattisen raja-analyyssin soveltaminen metsänhoitoon osoittautunut liikkeen johdolle arvokkaaksi apuneuvoksi, eikä matemaattista menettelytapaa sen vuoksi pidä kokonaan hylätä. Matemaattista statiikkaa ovat kehittäneet ennen kaikkea König, Pressler ja G. Heyer.

König oli metsämatematiikan varsinainen luoja. Hänen tunnettu oppikirjansa muistuttaa paljon von Thünen'in vähän aikaisemmin ilmestynyttä teosta ja sisältää kaikenlaisten muitten laskelmien ohella myös n. s. kiertoaikalaskelmia, jotka ovat apuna hakkuukypsyyttä määrättäessä. König hallitsi useimmat metsästatiikan haarat — tietysti matematiikan puitteissa. Kannattavaisuusopin ensimmäinen ja päättäväinen edustaja oli Pressler, joka esitti kuuluisan metsätaloudellisen maankorkoteorian. Hänen pääteoksensa on »Der rationelle Waldwirt und sein Waldbau des höchsten Ertrags», josta ilmestyi 5 vihkoa 1858—1865. On kuitenkin syytä mainita, että maankorkoteoria oli kaikella terävyydellä esitetty jo 1826 J. H. von Thünen'in teoksen »Der isolirte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie» ensimmäisessä ja v. 1863 kolmannessa osassa (kirjoitettu ennen v. 1850). Presslerin peruskäsitys oli, että puuvaraston arvolle metsikössä on laskettava määrätty tuloista vähennettävä korko, lopun, maankoron, osoittaessa todellista voittoa. Kuitenkin vasta G. Heyer v. 1871 julkaisemallaan metsästatiikan käsikirjalla »Handbuch der forstlichen Statik» saattoi maankorkoon perustuvat kannattavaisuuslaskelmat voittoon. Vaikka Martin ryhtyikin vastustamaan sen edustamaa kaavamaisuutta, on se yhä vielä m. m. Endres'in ja Borgmann'in edustamana säilyttänyt ainakin osan entisestä johtoasemastaan.

Metsäyrityksen liiketeorialle eli metsästatiikalle oli König'istä Heyer'iin saakka ominaista kolme eri käsitettä, nimittäin *osoittajaprosentti*, *maankorko* ja *yrittäjänvoitto*. Ne edustavat kuitenkin vain kukin eri puolia yhteisestä maankorko-

teoriasta. Osoittajaprosentista on vähitellen kehittynyt uusi metsänkannattavaisuuskoulukunta, sen sijaan painostavat aikaisemmat auktorit, varsinkin Heyer ja myöhemmin Endres pääasiassa maankoron tärkeyttä kannattavaisuuden osoittajana. Näin punoutuu näiden kolmen käsitteen ympärille koko se talousteoria, jota tähän saakka on metsänarvolaskussa ja metsästatiikassa käsitelty.

Tässä tutkimuksessa tullaan ensin käsittelemään ne perusteet, joille metsäliikkeen taloudelliset päämäärät perustuvat. Ensinnä tarkastetaan, mikä on ominaista taloudenpidolle tuotantotekniikan vastapainona, sen jälkeen tutkitaan metsää ansion lähteenä, siis metsän pääomaluonnetta. Tutustumalla liiketuloksen perusteisiin havaitaan, että liiketuloslaskelma ja kiertoaikalaskelma ei ole lainkaan sama asia. Vasta sen jälkeen kuin vielä on perehdytty vastakohtiin taloudellisuuden ja tuottavuuden välillä, voidaan ottaa tarkastettavaksi n. s. dynaaminen bilanssikäsitys, joka parhaiten johtaa metsätalouden olemukseen. Näille perusteille voidaan sovelletussa osassa laatia talousteoriain positiivinen arvostelu ja tehdä johtopäätöksiä metsäliikkeen taloudellisuuteen nähden.

Taloudenpidon käsite metsätaloustieteessä.

Useat taloustieteilijät, kuten Hermann 1832 ja R. Weber 1891 ovat erikoisesti painostaneet vastakohtaa taloudenpidon (=taloudellisen periaatteen noudattamisen) ja tuotannon, esim. metsänhoidon välillä. Tuotantotoiminnalla ymmärrämme sitä tapaa, millä metsätaloudellinen tuotanto toimitetaan, ja sitä käsittelevä oppi on sen vuoksi taito-oppi. Sen tulee osoittaa, miten tuotanto parhaiten ja täydellisimmin voidaan suorittaa. Metsänhoidolla (vastaava käsite olisi maanviljelys) käsitämme koko sitä toimintaa hoitoalueessa, joka alkaa puutavaran kasvattamisella ja loppuu sen myynnillä, — siis yleensä koko käytäntöä.

Objektiivisessa mielessä on se kaikkien niiden menettelyjen ja apuneuvojen kokonaisuus, joilla tuotantotoimi toteutetaan ja turvataan. Mitä erikoisesti metsien kasvatukseen tulee, nojautuu metsänhoito siinä suuresti metsänhoitobiologiseen tutkimukseen — vertaa Cajander 1926 ja Lönnroth 1927 —, käyttäen siten etevällä tavalla hyväkseen metsien kasvua ja kehitystä hallitsevien luonnonlakien tuntemusta.

Taloudenpito perustuu pyrkimykseen parantaa taloussubjektin taloudellinen asema, joka vuorostaan johtuu niistä välttämättömyyksistä, jotka reuraavat yleisestä hyödykkeiden niukkuudesta. Kun metsien kasvu on miltei puhdas luonnonprosessi, joka tapahtuu ihmiskäden avutta, rajoittuu taloudenpito pääasiassa sen edullisimman tavan määräämiseen, jolla metsien puuvarastoja kestävästi käytetään, siis hakataan. Metsäliikkeessä taloudenpito siten ennen kaikkea on metsänkäytön *suunnitelmallista järjestelyä*, sen sijaan tuotantotoiminta panee sen käytännössä toimeen. Metsäbiologiset seikat siten vaikuttavat hakkausten laatuun ja sijoitukseen, metsätalouden järjestely hakkuukypsyyden määräämiseen. Siten on myös ymmärrettävä saksalaisen Wagner'in teokset 1913 ja 1929, jotka käsittelevät metsän järjestelyä suunnitelmallisesti hakkuukypsyyden paikalliset faktorit ja huomioonottaen (»die zeitliche und räumliche Ordnung im Walde»).

Sitä yleistä sääntöä, jota noudattamalla liikkeestä koetetaan saada mahdollisimman edullinen tulos, kutsutaan, kuten jo mainittiin, taloudelliseksi periaat-

teeksi. Metsänhoidossa sen merkitys monin paikoin on ollut rajoitettu m. m. alhaisten kantorahojen edellyttämästä metsänhoidon alhaisista tasosta. Kuitenkin, sitä mukaan kuin menekkiolot paranevat ja metsät käyvät arvokkaammiksi, sitä enemmän huolta uhrataan metsien hoitoon ja sitä välttämättömämmäksi käy puiden arvonmuodostuksen seuraaminen, sitä tärkeämmäksi tarkka taloudenpito. Taloudenpito perustuu siis taloudellisen periaatteen noudattamiseen, joskin käsitykset sen olemuksesta eri aikoina ja eri maissa ovat olleet jonkunverran erilaiset. Täydellisimmin ovat taloudellisen periaatteen olemusta taloustieteilijöistä viime aikoina käsitelleet Voigt 1912, von Gottl-Ottlilienfeld 1914, Spann 1923, Mayer 1922 ja Liefmann 1922, sekä aivan hiljattain Vershofen 1926 ja Halberstaedter 1925. Pääasiassa samanlainen on tulos Cassel'in 1923 tutkimuksista, joskin hän taloudellista periaatetta kutsuu niukkuuden periaatteeksi.

Yleisen käsityksen mukaan subjektiivinen taloudenpito ei käsittele erilaisten toimenpiteiden suorittamista käytännössä; sen sijaan taloudenpidon tehtävänä on harkita eri toimenpiteitä taloudelliselta kannalta sekä toimittaa niiden varovainen valinta parasta taloudellista tulosta silmällä pitäen. Myös tulee taloudellisen harkinnan mikäli mahdollista ottaa lähtökohdaksi koko metsä yhtenä talousobjektina eikä vain tutkia yksityisiä metsiköitä. Metsänhoidollinen taloudenpito ennen kaikkea harkitsee tulojen ja menojen suhdetta, mutta hallitsee myös ansainto- ja tuotantoperiaatteiden tahdonmuodostusta. Se on kaikki subjektiivista toimintaa, kuuluu metsänhoitajan päätösvaltaan. Mutta se tapa, jolla harkinnan mukaan metsätaloutta konkreettisena ilmiönä johdetaan, muodostaa metsäliikkeen eli metsäyrityksen. Myös sekä Godbersen 1926 s. 7 että Wappes 1909, s. 28 painostavat tätä eroitusta, koska vanha saksalainen »Forstökonomie» käsitti vain taito-opillisia neuvoja metsänhoidon tekniikan alalta.

Kuten erikoisesti Ostwald 1915 on painostanut, on taloudenpidon tehtävänä lopullisesti määrätä ne taloudelliset päämäärät, joiden saavuttamiseksi metsiä kasvatetaan ja käytetään. Tällöin se kuitenkin on riippuvaisuussuhteessa metsänhoitotieteestä, joka selvittää ne edellytykset ja antaa ne tiedot, joiden mukaan metsien kehitystä taloudellisissa laskelmissa voidaan kalkyloida. Metsänhoidollinen tutkimus osoittaa, mitenkä metsiköt arvopuuläpimittaan, kuutioon y. m. nähden eri puulajeista kokoonpantuina ja eri kasvupaikoilla kehittyvät, mutta taloudenpidon tehtävänä on ratkaista, mikä metsikkö tai läpimittaluokka on katsottava hakkuukypsäksi. Metsänhoidollinen tuntemus muodostuu tällöin teknilliseksi tiedonantajaksi metsien arvokehitykseen nähden, mutta taloudellisuuslaskelmat vasta opastavat subjektiivista harkintaa hakkuukypsyyden määräämisessä, jolla tavalla metsien kasvatuksessa taloudellista periaatetta koetetaan noudattaa. Tietysti ammattitaito tällöin ratkaisee, kuka saa metsästään parhaan tuloksen, kaikki eivät tietenkään onnistu siinä yhtä hyvin. Erittäin huomattava piirre metsäliikkeen suhteen on se, että sen tulos riippuu paljon siitä, mitenkä metsänhoitaja pystyy hintasuhdanteita hyväkseen käyttämään. Ottamalla huomioon, että kantorahat eri vuosina saattavat vaihdella tuntuvasti, tulee metsätaloudessa täten vaikuttavaksi tekijäksi spekulatiivinen momentti. Kun vielä ottaa huomioon, että metsien kasvatuksessa puutavaran omia kustannuksia ei varmuudella voida määrätä, muodostuu taloudenpidon päätehtäväksi tulopuolen tarkkaaminen ja hintasuuntien seuraaminen. Ei ole näinollen lainkaan merkillistä, jos osoittautuisi niin, että taloudellisuuslaskelmat metsäliikkeessä olisivatkin

tulojen vertausta eri läpimittaluokkien kesken eri iällä kun sen sijaan vanha Pressler—Heyer—Endres'iläinen statiikka otti lähtökohdakseen metsänkasvatuksen kustannukset. Koska eräät metsätalousmiehet ovat tyytyneet vain tuottavuuteen kannattavaisuudesta välittämättä käy välttämättömäksi verrata myös niitä toisiinsa.

Pääoman käsite metsätaloustieteessä.

Metsien hoito on elinkeino, joka mitä suurimmassa määrässä on luonnon toimintaan sidottu. Metsien kasvupaikka on tavallisesti luonnon määräämä ja puiden kasvua vallitsevat toisenlaiset lait kuin kauppa- ja teollisuustuotannossa. Niinpä onkin aivan oikein kun Knorr 1879 huomautti, että metsien hoito on suuresti luonnon hallitsemaa toimintaa. Tähän saakka vallitseva käsitys on kuitenkin pääasiassa eroittanut kasvavan puuvaraston »pääoman» nimellä maaperästä tuotannontekijänä. Esimerkkinä mainittakoon kaksi tunnettua kirjailijaa, Endres ja Lehr.

Edellisen mukaan muodostaa puuvarasto arvokkaimman osan metsätalouden pääomista, usein 80 % niiden kokonaisarvosta. Muita pääomia ovat hänen mukaansa kuljetus- ja lauttausvälineet, rakennukset ja puunjalostuslaitokset. Lähinnä on puuvarasto »vaihtuvaa pääomaa», joskin verrattain pitkäaikaisesti sidottua. Muuten hän aivan oikein huomauttaa, että metsien arvot puutavarain hintojen noustessa kohoavat; tämä johtuisi siitä, että sidottu puuvarasto paitsi varastopääomana on myös valmista tuotetta. Puuvaraston antama vuosivoitto ei kuulu luonnonpääomien korkoon (»Rente») vaan lyhytaikaisten pääomien korkoon (»Holzvorratszins»).

Samaa mieltä on pääasiassa myös Lehr 1913, joskin hän eroittaa toisistaan kestävän ja jaksottaisen metsänkäytön. Edellisissä puuvarasto on pitkäaikaisesti, ikuisesti sidottu, ja kuuluu kiinteisiin pääomiin; jälkimmäisessä se on valmistuva tuote, joka valmistuttuaan hakataan pois. Hän on samoinkuin Smith taipuvainen pitämään puuvarastoa hyvin sidotunluontoisena, mutta vaatii, että sen korot otetaan huomioon edullisinta hakkuuikää laskettaessa. Jotta olisi mahdollista päätellä, mitenkä ylläesitettyihin mielipiteisiin tulisi suhtautua, on syytä hieman tarkastaa pääomakäsitteen kehitystä taloustieteessä yleensä.

Alkuaan merkantilistiset kirjailijat pääomalla (»capital») ymmärsivät liikkeeseen sijoitettua rahasummaa, ja myöhemmin fysiokraatit, esim. Turgot, nimittivät jokaista ansiolähteenä toimivaa omaisuutta pääomaksi. Näin menetteli myös saksalainen Hermann 1832, joka piti myös kestäviä kulutushyödykkeitä pääomana. Niinpä hänen mukaansa sekä maanviljelys- että metsätilain tuotto oli korkoa yhtähyvin kuin lainatun rahasumman korko. Hänen mukaansa pääoman käsite voidaan jaotella edelleen seuraavasti:

1. Käyttöpääoma, kuten asunnot, huonekalut y. m.
2. Ansiopääoma; se jakaantuu seuraavasti:
   a. Lainapääoma, joka lainataan tai maksetaan sekä
   b. Tuotantopääoma, joka valmistaa tuotteita. Se on
      aa. Kiinteää pääomaa, jota käytetään useat kerrat, kuten maatilat, tehtaat, koneet ja erikoisoikeudet, sekä
      bb. Vaihtuvaa pääomaa, joka itse muuttuu tuotteeksi ja myydään.

Tätä käsitystä parempi oli tavallaan jo A. Smith'in jaottelu, jossa otettiin huomioon eroitus käyttöomaisuuden ja ansaintaomaisuuden välillä, kutsuen vain jälkimmäistä pääomaksi. Hän eroittaa myös toisistaan yksityis- ja kansantaloudellisen näkökannan. Kuitenkin hänen esityksensä olivat jonkunverran sekavia ja tämä sekavuus yhä vain yltyi hänen seuraajiensa teoksissa. Muutamat ymmärsivät pääomalla rahasijoitusta, toiset ansaintaomaisuutta; toiset eroittivat sen sijaan toisistaan pääoman yksityistaloudellisessa merkityksessä ja kansantalouden kannalta katsoen. Turgot luki maatilat pääomaan kuuluviksi, Smith'in mukaan kantoraha muodosti luonnonpääoman koron (»rent of timber»). Kummallakin tekijällä metsämaan ja puuvaraston korko oli yhtenäinen, jakamaton käsite, »rent». Samaa mieltä oli myös Hermann 1832, ainakin osittain. Samoinkuin hän painosti myös von Thünen 1828 vastakohtaa vaihtuvan ja kiinteän pääoman välillä.

Vasta Ricardo kehitti opin, jonka mukaan metsien puiden tuotosta oli vähennettävä puuvaraston korot, ennenkuin päästiin maankoron käsitteeseen; hän tässä suhteessa nimenomaan korjaa Smith'in ylläesitettyä käsitystä, jota hän pitää vääränä. Hän perusti aivan oman arvo-opin maataloudelle, koska hän ihmeekseen havaitsi, että maatilojen tuotto päinvastoin kuin arvopaperien, vaihteli maan erilaisesta hedelmällisyydestä riippuen tuntuvasti. Hänen käsityksensä, jota metsätalouden suhteen kehitti edelleen von Thünen, joutui Pressler'in vaikutuksesta metsätaloudessa vallitsevaksi. Se perustui sellaiseen käsitykseen, että luonnon suorittama työ yksinään ei luo arvoa, vasta ihmistyö antaa tuotteelle arvoa. Metsän suhteen sovelti hän arvoteoriaansa siten, että puuvarastolle, joka voitiin hakata pois, laskettiin sen myyntiarvon mukaan käypä korko; ellei arvonlisäys peittänyt laskettua korkoa, oli metsä hakattava pois. Ricardo lähtee kaikissa anglikaanisissa maissa yleisestä käsityksestä, että metsät saadaan hävittää pois jos haluttaa. Mutta sellainen käsitys ei kelpaa perustaksi lähtökohdaksi kestävän metsätalouden teorialle. Von Thünen muutti teoriaa siten, että hän laski puuvaraston kustannusarvon prolongeeraamalla alkuperäiset metsänviljelyskustannukset sekä kapitalisoimalla hallinto- y. m. kulut. Vähentämällä ne hakkuutuloista metsikköä kaadettaessa päästään kannattavaisuuden osoittajaan, maankorkoon (von Thünen'in mukaan »Landrente»). Tätä oppisuuntaa on yleensä myöhemmin kutsuttu »maankorkokoulukunnaksi», »Bodenreinertragsschule».

Kuitenkin ennen pitkää havaittiin parhaaksi lukea luonnon edustama ansaintaomaisuus (maat, metsät puuvarastoineen) pääomaan kuuluvaksi, kuten m. m. Rodbertus teki, tosin painostamalla maatilaomaisuuden erikoisia ominaisuuksia kauppa- ja teollisuusomaisuuden vastakohtana. Ennen oli kysymys siitä, oliko puuvarasto kiinteää tai vaihtuvaa pääomaa, Rodbertus'en ajoista saakka verrattiin toisiinsa maatilojen edustamaa pääomaa pankki- ja teollisuusintressien vastakohtana. Näin päätyttiin ennen pitkää sellaiseen käsitykseen, että myös metsien puuvarasto kuuluu samoinkuin metsämaakin pääomiin, mutta »luonnonpääomiin» (Taussig 1928) tai »erikoispääomiin» (von Wieser 1914), joiden arvoa tai hintaa eivät tuotantokustannukset määrää. Samoinkuin on mahdoton sanoa, paljonko metsässä kasvatettu tukkipuu on omistajalleen maksanut, yhtä vähän voidaan von Thünen'in laskelmista huolimatta varmuudella määrätä metsikölle tai maaperälle jonkunlainen tuotantokustannusarvo. Yleensä on siis taloustiede jo vapautunut siitä Ricardo'n ja von Thü-

n e n'in käsityksestä, että kasvava puuvarasto olisi tuotannontekijänä »pääomaa» metsämaan vastakohtana.

Myöhemmin rinnastettiin nimitykset vaihtuva pääoma (»umlaufendes Kapital») ja liikepääoma (»Betriebskapital»). Koska jälkimmäistä lainattaessa on maksettava korko, voitiin analoogisesti selittää, että puuvarastosta liikepääomana on maksettava korko, mikä ei vielä ole puhdasta tuloa. Tämmöinen menettely on ilmeisesti vain väärinkäsitystä, ja maatilatalouksien suhteen torjuukin A e r e b o e 1919 sen päättäväisesti ja hyvin perusteltuna.

Kaiken tämän perusteella voidaan kansantaloustieteen yleisenä käsityksenä pitää sitä mielipidettä, jonka mukaan sekä metsämaa että kasvava puuvarasto yhdessä muodostavat kokonaisuuden, metsän, ja jonka arvo luonnon pääomana riippuu sen tuotteiden myynnistä saadusta voitosta. Senpä vuoksi varsinkin R o d b e r t u s 1868—69 painosti maatalouspääomien erikoisluonnetta, »Rentencharakter», minkä käsityksen uudemmista tutkijoista m. m. W a g e n e r 1875 ja 1899 sekä O s t w a l d 1915 ovat ottaneet lähtökohdakseen. Myös L i e f m a n n 1917 lukee metsät kokonaisuudessaan näihin erikoisiin luonnonpääomiin kuuluviksi. Vaikkakin metsissä toimitettaisiin jonkun verran keinollisia uudistuksia, ei se silti muuta suurestikaan metsän luonnetta kannattavaisuuslaskelmien perustana. Niinpä ei myöskään alussa mainittua E n d r e s'in koulun oppia puupääomasta maan vastakohtana taloustieteen nykyisellä asteella ollessa voida hyväksyä.

Tuottavuus ja kannattavaisuus.

Aikaisemmin on jo tullut mainituksi, että metsänomistajan harjoittaman subjektiivisen taloudenpidon tarkoituksena on ohjata metsänkäyttöä siten, että hän saisi metsästään suurimman hyödyn. Koko tässä tutkimuksessa koetetaan selvittää niitä perusteita, joihin tämä taloudellinen ajattelu nojautuu. Tätä varten on ennen kaikkea välttämätöntä, että eroitetaan toisistaan tuottavuuden ja kannattavaisuuden käsitteet. Tuottavuus on se päämäärä, joka metsänhoidolle asetetaan teknillisessä suhteessa, kannattavaisuus eli taloudellisuus on taloudenpidon päämäärä. Niin läheisesti kuin kumpikin kuuluu yhteen annetaan talousyrityksessä kannattavaisuudelle määräysvalta tuottavuuden yli niinkauan kuin nykyistä yksityistaloudellista talousjärjestystä noudatetaan. Julkisissa yrityksissä ei se kuitenkaan ole aina mahdollista tai edes suotavaakaan.

Mitä erikoisesti metsäliikkeeseen tulee, on teknillisen tuottavuuden käsitteen siellä erinomaisesti esittänyt saksalainen W a g n e r 1913 tunnetussa teoksessaan »Grundlagen der räumlichen Ordnung im Walde», ss. 312—330. Ensimmäisenä ehtona teknillisesti etevälle metsäliikkeen hoidolle asettaa hän metsien luonnollisen kasvuvoiman täydellisen hyväksikäytön, se kun voi tapahtua rahallisitta uhrauksitta. Tällöin on tietysti päähuomio kiinnitettävä täysitiheään puuvarastoon, sillä vain kyllin puiseva metsikkö voi käyttää hyväkseen metsän koko tuotantokyvyn. Tässä suhteessa antaa W a g n e r kolme neuvoa. Ensiksi on metsikön puukokoomusta siten hoidettava, että kukin puuyksilö saa edullisimman arvokehityksen, toiseksi on valittava vain luonnonmukaisia, hyvin menestyviä puulajeja ja kolmanneksi on mikäli mahdollista käytettävä luontaista metsänuudistusta sekä vältettävä turhia kuluja. Täten on metsästä saavutettavissa suurin mahdollinen massa- ja arvotuotto.

Teknillinen tuottavuus voidaan mitata joko massatuottona tai rahatuottona, ja voivat kumpikin niistä erikseen toimia metsäliikkeen päämäränä, kuten myöhemmin osoitetaan. Usein tyydytään metsäliikkeen johdossa vain suurimpaan teknilliseen tuottavuuteen, mikä toisinaan kylläkin voi olla oikein. Mutta jos on kyse puutavaraa myyvistä yksityismetsäliikkeistä, olisi suuri erehdys tyytyä vain teknilliseen tuottavuuteen, esim. vain hoitamalla metsiköitä mahdollisimman biologisesti metsätyypin, puulajin j. n. e. mukaan. Tämä kaikki on kyllä etevän metsänhoidon ehto, mutta päämäärät on saneltava taloudellisen eikä biologisen näkökannan mukaisesti. Mitä erikoisesti metsäliikkeisiin tulee, on nykyoloissa tärkein kysymys se, onko tyydyttävä korkeimpaan rahatuottoon hehtaaria ja maata kohti jakamalla metsikön antama hakkuutulo iän vuosiluvulla vai onko otettava huomioon metsän korkopääomaluonne, jolloin vanhemman metsän antama tuotto vuotta ja hehtaaria kohti on diskonteerattava verrattaessa nuoremman metsikön vastaavaan tuottoon. Edellisessä tapauksessa ei oteta huomioon sitä sääntöä, että kapitalistisen talousjärjestelmän vallitessa pääomasijoituksille on laskettava korkoa, jälkimmäinen soveltaa tämän tunnetun taloudellisen periaatteen.

Korkeimpaan massatuottoon metsätalouden päämääränä pyrittiin Ranskassa jo 1700-luvun alkupuolella (R e a u m u r, B u f f o n), ja vielä sata vuotta myöhemmin Saksassa (G. L. H a r t i g) ja Suomessa (B ö c k e r). Selvästi varsinkin on tämä massatuottamus asetettu päämääräksi C. C. B ö c k e r'in julkaisussa »Om skogars skötsel i Norden», Turku 1829, jossa liitteen sivulla 3 mainitaan, että edullisin ikä hakata metsiä on se, jolloin tuotto ikään verraten on suurin, s. t. s. kun metsikön puumassa iällä jaettuna on suurin. Hänen mukaansa tämä kulminatiopiste on sitä myöhäisemmällä iällä, mitä kylmempi ilmasto on. Jossain määrin tässä päämäärässä kuvastuu fysiokraattinen käsitys, maa- ja metsätalouden primäärisestä tuottavuudesta, mutta on se alkuaan esitetty jo ennen fysiokraattien esiintymistä 1756—1778. Suurimman massatuoton periaatetta on sovellettu yleensä mäntypropsi- ja paperipuumetsissä, joissa massatuotto on pääasia ja paksut läpimitat eivät ole tarpeen. Kumminkin ylläesitetyt tutkijat kehittymättömän puunmittaustekniikan vuoksi laskivat keskimääräisen kasvun kulmineeraavan 100—150 vuoden iällä, vaikka todellisuudessa se tapahtuu jo 50—60 vuoden iällä. Kun siis 18 vuosisata sarasti, pidettiin kaikkialla Keski- ja Pohjoiseuroopassa hoidetut metsät aivan liian vanhoiksi.

Kun tämä huomattiin viime vuosisadan puolivälissä löydettiin toinen päämäärä, suurimpaan rahatuottoon pyrkivä. Se hakkautti metsät juuri samassa iässä, 120—160 vuoden vanhana kuten edellinenkin, vääräksi havaittu periaate. Niinpä tähän apukeinoon turvauduttiinkin peittämättömällä ilolla, — olihan metsät hoidettu oikein, joskin väärä periaate oli korjattu oikealle. Mutta sekin, jota vielä 1888 innolla puolusti B o r g g r e v e ja 1891 H e l f e r i c h, oli sisällykseltään vähän epäilyksenalainen. Jo vuoden 1800 tienoilla oli sen myös esittänyt jo äskenmainittu H a r t i g, ja oli se ilmeisesti kameraalista alkuperää. Sille samoinkuin eräille muille kameraalisille opeille oli ominaista, että sitä ei saanut oikein mahtumaan silloisen taloustieteen puitteisiin, se antoi palttua maatilan ja metsän pääomaluonteelle: Juuri sen vuoksi ettei eri ikäluokkien hakkuutuloksia diskontattu tai prolongeerattu toisiinsa verraten johduttiin yllämainittuihin pitkiin kiertoaikoihin. Kuitenkin vasta maaomaisuuden vapauduttua Keski-Euroopassa noin vuonna 1848, Venäjällä 1861 ja Ranskassa 1789 sai maaomaisuus

»kapitalistisen» luonteen. Suurinta rahatuottoa vastaava kiertoaika edusti metsätalouden päämäärää sidotun maaomaisuuden aikakautena, ja olisi käytännössä varsinkin laajoissa valtion- ja ruhtinaiden metsissä.

Niin pian kuin maaomaisuus mobilisoitiin ja kehittynyt puunjalostusteollisuus puutavaran kysyntää lisäämällä loi edellytyksiä järkiperäisten metsäliikkeiden kehittymiselle, täytyi myös metsätaloudelliset kalkyylit laatia yleisten kannattavaisuusnäkökohtien mukaisesti. Havaittiin, että metsätila, Pazourek'in 1929 lausepartta noudattaen, edusti huomattavaa finanssipääomaa, joten tuottoa kalkyloitaessa oli metsätulot ja -menot diskonteerattava tai prolongeerattava yleisen talouselämässä vallitsevan käytännön mukaisesti. Kuitenkin verrattain pian havaittiin, ettei metsätiloihin sijoitettu pääomaa voitu tutkia siten kuin esim. osakeyhtiöiden kannattavaisuutta lasketaan. Finanssitaloudellisuus korvattiin verrattain pian liiketaloudellisuudella, joka paremmin vastasi metsätilojen taloudellista erikoisluonnetta (»Rentencharakter»). Niinpä lopuksi päätyttiin Wagener'in ja Ostwald'in esimerkkiä noudattaen metsien tuottoarvokalkyyliin taloudellisuuden mittapuuna. Ja niin oli lopullisesti päästy siihen tulokseen metsäliikkeen taloudellisista päämääristä, että ottaen huomioon tuottavuuden näkökohdat myös metsäliikkeessä on pyrittävä suurimpaan taloudellisuuteen — metsätalouden, jos se tahtoo olla järkiperäistä, tulee noudattaa samoja taloudellisia lakeja kuin talouselämä yleensä, joskin sen oman erikoisluonteen mukaisesti. Pyrkimällä taloudellistuttamaan metsien kasvatusta yksityisetujen mukaisesti metsäliikkeen johtaja samalla parhaiten edistää koko kansan taloudellista hyvinvointia. Koko talouselämän koneisto toimii parhaiten, jos ei missään, ei edes metsien kasvatuksessa, menetellä tuhlaavasti, s. o. kustannuksia säästämättä. Tästä alkavat sekä kansantaloustiede että liiketaloustiede olla aika yksimielisiä.

Liiketuloksen käsite metsätaloustieteessä.

Metsätalouden liiketuloksesta eli metsäkorosta on tosin kirjoitettu kokonaisia teoksia, esim. Borggreve 1888 ja Wagener 1899, mutta siitä huolimatta on vielä havaittavissa epäselvyyttä eräisiin tältä kannalta tärkeisiin metsätalouden peruskäsitteisiin nähden. Syy on lähinnä löydettävissä eräistä vanhanaikaisista taloustieteellisistä käsityksistä, jotka ensinnä löytyivät Ricardo'n ja von Thünen'in teoksissa. Niissä tulonmuodostusteorian perustana on n. s. syyntakeisuusoppi (»Zurechnungslehre»), ja juuri sen soveltamisesta metsätalouteen on koko sekaannus metsäliikkeen talousteoriassa johtunut. Ricardo'n ja von Thünen'in oppi, joka maatilatalouksien oppijärjestelmässä yhä vielä on etusijalla, on sekoittanut toisiinsa ainakin mitä metsäliikkeisiin tulee, liiketuloksen ja kannattavaisuuden käsitteet.

Jo varhain taloustieteilijät havaitsivat, että koko tulonmuodostus on hintailmiö, ja että kysynnän ja tarjonnan laki tuotantokustannuksiin perustuen toimitti automaattisesti tulonmuodostuksen. Vuosisatainen tutkimus on kuitenkin osoittanut, että taloudellisen hintailmiön ohella myös valta- ja taistelutekijät huomattavasti vaikuttavat tulonmuodostukseen. Koko tulonmuodostus on suurin piirtein liike-elämän ilmiö, sillä suurin osa tuloista saavutetaan tavaroita markkinoita varten tuotettaessa, ja näin on myös varsinaisen ansiometsätalouden laita. Parhaiten ovat tätä hinnanmuodostusta valaisseet uudemmista tutkijoista Neumann 1890 ja Heller 1927.

Vanhaa syyntakeisuusteoriaa, johon koko maankorko-oppi perustuu, vastaan voidaan tehdä kolme vakavaa muistutusta. Ensiksi on huomattava, että metsäntuotteiden hinnanmuodostus ei riipu niiden tuotantokustannuksista, niillä kun on tavallaan monopooliluonne; kantorahat voivat olla koko joukon yli kustannusten, eikä tuloa silloin voi objektiivisesti jakaa eri tuotannontekijäin kesken. Sitäpaitsi koko jakaantumisteoria on tarpeeton, kun on kysymys vain yhdestä tuotannontekijästä, metsästä. Toiseksi on otettava huomioon, että tuotantokustannusten arvioiminen kiertoaikalaskelmissa on yksityistaloudellinen arvostamisilmiö, kun sen sijaan tulonmuodostus on markkinailmiö. Molempien välillä ei ole siksi läheistä suhdetta, että toinen voitaisiin johtaa toisesta. Kolmanneksi on vielä otettava huomioon, että tulonjakaantuminen tapahtuu eri henkilöiden kesken, eikä suinkaan määrätyn henkilön metsäliikkeeseen osallistuvan »pääoman», maan, työpalkan y. m. kesken. Tätä jakaantumista varten ei löydy markkinatapahtumaa ja jää sen laskeminen täysin mielivaltaiseksi.

Tällainen syyntakeisuusteoria oli nyt ennen kaikkea Pressler'in, Heyer'in Judeichin, Endres'in ja Martin'in osaksi edustama *maankorkoteoria*. Sille oli ominaista, että se piti jokaista metsikköä eri talousyksikkönä, jolle se laski koko kiertoajan osalle lankeavat tulot ja kustannukset. Niiden eroitusta kutsui Heyer *yrittäjänvoitoksi*. Jos maan kustannusarvo otettiin mukaan kustannuksiin, niin eroitus B_u—B maan odotusarvon ja sen välillä osoitti yrittäjänvoiton korkeutta. Se kiertoaika, joka antoi korkeimman eroituksen, puhtaan tulon (»Reinertrag»), oli finansiellinen, ja sen valitsemalle pääsi päämäärään: metsien taloudellisimpaan käyttöön. Koska kuitenkin maan kustannusarvo vain poikkeustapauksissa oli määrättävissä, jää ylijäämä metsätalouden päämääräksi *korkeimman maankoron* saavuttaminen. Maakorkostatiikan yhtälö on yleisessä muodossaan seuraava:

$$\frac{A_u + D_a \; 1.0\,p^{u-a} + \ldots}{1.0\,p^u - 1} = B + V + C_u \quad \left[C_u = \frac{c \; 1.0\,p^u}{1.0\,p^u - 1} \right]$$

Vasemmalla puolella yhtäläisyysmerkkiä löytyvät päähakkuu- ja apuharvennustulot kiertoajan päättyessä kapitalisoituina jakamalla tekijällä $1.0\,p^u - 1$. Oikealla puolella on kulttuurikustannuspääoma C_u, hallintokustannuspääoma ja maan tuotto- eli odotusarvo. Yhtälö voidaan myös kirjoittaa muotoon

$$B_u = \frac{A_u + D_a \; 1.0\,p^{u-a} + \ldots D_b \; 1.0\,p^{u-b} - c \; 1.0\,p^u}{1.0\,p^u - 1} - V,$$

jota tavallisesti käytetään kiertoaikaa ja siis maanarvoa laskettaessa. Jos verrattain suotuista, saavutettua liiketulosta kustannuksiin, on yrittäjän voitto

$$= (B_u - B) \; 0.0\,p.$$

Koko tätä käsitystä vastaan voidaan huomauttaa, että kustannuksia ei voida prolongeerata yrittäjän voiton määräämiseksi, koska juuri luonnossa tapahtuva alkutuotanto eroaa siinä teollisuustuotannosta, että tuotteille, ainakin mitä metsään tulee, ei voida määrätä varmuudella omaa hintaa eikä siis jakaa tuloa eri tekijöiden kesken. Ilmeisesti koko nettohakkuutulos rahakulut vähennettyinä menee omistajan taskuun, hänen velkojensa korot eivät vaikuta kiertoaikalaskelmaan. Toiselta puolen on kyllä ehdottomasti välttämätöntä, että edullisinta

hakkuuikää määrättäessä otetaan huomioon tulojen eriaikainen saapuminen, mikä tapahtuu prolongeerausta tai diskonteerausta käyttämällä, mutta tuloja ei voida jakaa maan ja puuvaraston kustannuspääoman kesken.

Maankorkoteorian monia heikkouksia on siis se, että se ei riittävästi eroita toisistaan liiketuloslaskelmaa ja kannattavaisuuslaskelmaa. Liiketuloslaskelmana maakoron määrääminen on väärä; metsikkövaraston kustannuspääoman korot ovat myös tuloja, jotka eivät ole maankorosta eroitettavia aineksia; kun metsikkövaraston korot muodostuvat tulonmuodostuksessa edullisiksi, silloin myös automaattisesti maan osuus, ja siis myös maan tuottoarvo nousee. Metsämaalla ei kestävässä metsätaloudessa ole muuta arvoperustetta kuin saavutettu tai laskettu nettorahatuotto maata ja hehtaaria kohti.

Hiljattain on Hausendorf 1926 julkaissut metsätalouden liiketuloksesta tutkimuksen, jossa liiketulos lasketaan tavanmukaisesti kassatulojen ja -menojen eroituksena. Samalla hän mahtipontisesti huomauttaa oikeiden laskumenetelmien välttämättömyydestä metsätaloustieteessä. Tätä julkaisua selostaessaan Riebel 1927 huomauttaa, miten välttämätöntä on lukea puuvaraston korot kustannuksiin ja hänen mielestään vasta ne kassatuloista vähentämällä päästään varsinaiseen yrittäjänvoittoon eli puhtaaseen voittoon. Tässä on juuri sellainen tapaus, jossa on sekoitettu toisiinsa liiketulos ja kannattavaisuuslaskelma. Hausendorf on epäilemättä oikeassa laskiessaan liiketuloksen kirjanpidon mukaisesti jättämällä pois oman pääoman korot; mutta yhtä oikeassa on Riebel painostaessaan omien pääomien koron huomioonottamista kiertoaikalaskelmissa. Kummallakin on ratkaistavanaan aivan eri tehtävä, mitä ei tähän saakka ole kyllin otettu huomioon metsätaloustieteellisessä keskustelussa. Eberbach'in mukaan voimme todeta, että kirjanpidollisesti laskettu metsäkorko on metsäliikkeen vakituinen ja oikea puhdas tulo, jota ei tarvitse mielivaltaisesti mennä jakamaan mihinkään päin.

Vuotuista liiketulosta laskiessa on sen takia hyvä menetellä maataloudellisten esimerkkien, esim. Aereboe 1919, mukaan, joskin metsätalouden liiketulos on hyvästi selostettu sellaisissa erikoisjulkaisuissa, kuin Ostwald 1915, 1927, Hausendorf 1926, Stengel 1921 ja Domänverkets bokföring 1921. Myydyn puutavaran ohella esiintyy tuloina myös oma tai kotitarvekäyttö. Näin saadaan metsäliikkeen talousteoria pohjautumaan nykyaikaiseen liiketaloustieteeseen, varsinkin bilanssioppiin.

Dynaaminen talouskäsitys.

Kansantaloustieteessä ovat nimitykset statiikka ja dynamiikka viime vuosikymmenenä muodostuneet ikäänkuin muotisanoiksi, mutta niiden merkitys ei ole aivan selvä; tämän on osoittanut sitovasti Streller 1926 erikoisesti näille nimityksille omistetulla tutkimuksellaan. Yleensä kuitenkin on muodostunut sellainen mielipide, että stationäärinen talouselämä olisi ideaalikuva, jossa ei tapahdu muutoksia mihinkään suuntaan, kun sen sijaan dynaamisella taloudella usein merkitään todellista talouselämää, missä kaikki yhtämittaa vaihtuu ja on liikkeessä. Joka tapauksessa nämä kansantaloudelliset käsitteet ovat toistaiseksi jääneet jonkunverran hämäräksi.

Toisin liiketaloustieteessä. Se ottaa yksityiskohtaisen tarkastelun alaisiksi elinkeinoelämän eri haarat bilanssikäsityksen perusteella, siis liikeyrityksen kan-

nalta. Liiketaloustiede ei ole voinut olla huomaamatta, että löytyy kokonainen joukko liikeyrityksiä, ennen kaikkea maatilaliikkeet (»Gutsbetriebe»), jotka työskentelevät suurin luonnonpääomin (maat, metsät, pellot), joiden suhteen kauppa- ja teollisuusliikkeiden kannattavaisuuslaskelmia ilman muuta vain ei voida soveltaa. Näissä liikkeissä luonto valmistaa alkutuotteita (»Urprodukte»), joitten hinnat eivät riipu tuottajan vaan päinvastoin ostajan hankintakustannuksista, ja joiden suhteen omahintalaskelmia ei juuri voida soveltaa. Näitten maatilaliikkeiden teoria liittyy läheisesti dynaamiseen bilanssikäsitykseen ja niinpä voidaan metsäliikkeidenkin teorian katsoa muodostavan erikoistapauksen dynaamisesta, liiketaloudellisesta talouskäsityksestä. Tarkastamme tässä luvussa dynaamisen bilanssin käsitystä, sen esiintymistä kansantaloustieteessä sekä lopuksi metsätalouden liikeopissa.

Dynaamisen bilanssiteorian luoja on liiketaloustieteen professori Schmalenbach Kölnissä. Ensimmäiset ideansa hän julkaisi vuonna 1916, mutta kehitti niitä sitten edelleen suuremmassa teoksessa »Dynamische Bilanz», 1926, ja kutsuu hän sitä erikoisesti liiketuloksen määräämistavaksi. Aikaisemmin oli samansuuntaisia mielipiteitä esittänyt Scheffler 1879, Simon 1886, Wilmowsky 1896 ja Fischer 1905. Nimitys dynaaminen johtuu siitä, että päähuomio tällaisissa yrityksissä kohdistetaan tulojen ja menojen välisien voimien mittelöön, positiivisten ja negatiivisten voimien vaikutukseen.

Dynaamisen bilanssin tarkoituksena on valvoa arvonmuodostusta ja taloudellisuutta sellaisissa yrityksissä, joissa pääosa omaisuuseristä on pitkäaikaisina sijoituksina, jossa omaisuutta vuosittain arvostelemalla kuten kauppaliikkeissä ei päästä tyydyttävään liiketuloksen määräämismenetelmään. Kauppa- ja teollisuusliikkeiden bilanssiopissa tämä erikoistapaus on vähemmän tärkeä, mutta maatilatalouksien liikeopissa on sillä perustava merkitys. Schmalenbach'in ohella ovat sitä kehittäneet Walb 1923, 1924 ja 1925 sekä Mahlberg 1922.

Dynaamisessa bilanssissa vuosivoitto näyttelee erinomaisen suurta osaa. Sen mukaisesti metsätalouden liiketulosta arvostellaan kannattavaisuuden mukaan vaan vuotta ja hehtaaria kohti laskettuna samassa metsässä (»aikavertailu») tai toisiin metsäliikkeisiin verraten (»liikevertailu»). Molemmat menetelmät ovat jo aikaisemminkin olleet yleisesti käytännössä. Vasta tässä talouskäsityksessä ne kuitenkin tulevat myös teoreettisesti oikeuksiinsa.

Erittäin tärkeät ovat metsätaloudelle Schmalenbach'in kehittämät käsitteet *kokonaisvoitto* ja *aikakautinen voitto*. Edellinen soveltuu esim. kauppaliikkeissä käytettäväksi, jolloin joka vuosi tilit päätettäessä voidaan varmuudella sanoa, paljonko yrityksestä vuoden alusta lukien on ollut voittoa. Kun tilit avataan uudelle vuodelle, on varasto inventeerattu ja yritys aletaan ikäänkuin alusta. Mutta mitä suurempia pitkäaikaisia sijoituksia liikkeessä tehdään, sitä vaikeammaksi käy laskea kokonaisvoitto, tehtaat ja muut rakennukset kestävät 30—50 vuotta, ja yhtä vuotta ei voi rasittaa kuin ylläpitokustannuksilla ja vuotuisilla poistoilla. Aivan mahdottomaksi käy kokonaisvoiton laskeminen metsäliikkeissä, joissa metsänkäytön ollessa kestävän metsän arvosta ei saa tehdä poistoja; metsä kestää ikuisesti ja yritystä ei koskaan lopeteta. Tällaisessa tapauksessa ei ole muuta mahdollisuutta tilinpäätöksen tekemiseksi kuin valvoa, ettei metsän arvo sijoituksena vähene, sekä toiselta puolelta asettaa vastakkain määrätyn aikakauden osalle lankeavat juoksevat tulot ja menot, sekä määrätä

niiden avulla koko aikakauden, tavallisesti kymmenen vuoden *aikakautinen voitto*. Jakamalla sen kymmenellä pääsee selville vuosivoiton suuruudesta. Aikakautisen voiton määrääminen edellyttää kahta toimenpidettä, nimittäin metsän arvon tarkistamista sekä toiseksi *juoksevien* tulojen ja menojen eroittamista *sijoitus*tuloista ja -menoista.

Viimemainittu eroitus on hyvin tärkeä m. m. metsänviljelys- eli kulttuurikustannuksia liiketaloustieteen mukaisesti käsiteltäessä. Alkuaan ovat kaikki metsämme olleet luonnonmetsiä, ja metsien käsittely on alkanut puuvarastoja hakkaamalla. Tällaisessa tapauksessa metsänviljelyskustannukset paljaaksihakkausten yhteydessä ovat vuotuisia metsäpääoman ylläpitokustannuksia, siis vuotuisia liikekuluja ja poistetaan ne tulostilin kautta; ne siis vähennetään aikakautisista hakkuutuloista. Jos sen sijaan metsitetään laaja kuloala tai autio maa, silloin metsänviljelyskustannukset eivät ole vuotuisia liikekuluja, vaan pysyvästi säilytettävän metsän perustamiskuluja, ja semmoisenaan vaan niiden poistot tulisivat rasittamaan vuotuista liiketuloslaskelmaa; tällaiset perustamiskulut viedään omaisuusosien, varain tilille, eikä niitä vähennetä aikakautisesta voitosta. Dynaamisen tilitystavan mukaan on täten välttämätöntä, että eroitetaan nämä liiketaloudellisesti katsoen erilaiset erät tarkasti toisistaan; tästä huolimatta käytännössä aika suuretkin metsityskustannukset poistetaan kulunkitilin kautta, varsinkin kun metsätilojen verotus tapahtuu pinta-alan eikä kirjanpidon mukaisesti. Dynaamisen talouskäsityksen mukaan, johon todellinen kestävä metsätalous perustuu, minkäänlainen kulttuurikustannusten prolongoiminen ei tule kysymykseen; kannattavaisuusnäkökohdat tulevat jo tuloja diskontoimalla ja vertaamalla huomioonotetuiksi.

Ruotsissa asetettiin v. 1913 komitea uudistamaan domeenihallituksen tilityksiä ja liiketaloustieteen asiantuntijana valittiin siihen jäseneksi m. m. professori S i l l é n Tukholman kauppakorkeakoulusta. Komitean v. 1921 julkaisemassa mietinnössä »Domänverkets Bokföring» on dynaaminen kustannusten jaottelu myös otettu käytäntöön, ja jaettu ne seuraavaan kolmeen ryhmään:

1. Vuotuiset liikekustannukset;
2. Kertakaikkiset sijoituskustannukset ja
3. Lisäpääomakustannukset.

Tämä jaottelu vastaa täydelleen liiketaloustieteen viimeisiä vaatimuksia.

Käytännössä dynaaminen liiketuloslaskelma täten täydelleen vastaa tulostiliä, jossa tilikauden osalle lankeavat erät on tarkasti eroitettu sijoitustuloista ja -menoista. Mitä erikoisesti metsien kasvatukseen tulee, on S c h m a l e n b a c h'in mukaan pääpaino pantava tulojen kirjaamiseen oikean aikakauden osalle; sen sijaan sijoitusten kannattavaisuus voi jäädä vähemmän tärkeänä seikkana enemmän sivuun. Samaten kuin H a u s e n d o r f 1926 pitää myös S c h m a l e n b a c h koko yhdessä johdossa olevaa metsää kokonaisuutena, metsäliikkeenä (»Waldbetrieb»), eikä yksityinen metsikkö juuri mielellään voi heidän mukaan sopia esikuvaksi kestävälle, varsinaiselle metsätaloudelle. Tässä suhteessa dynaaminen talouskäsitys huomattavasti lähenee viime vuosina paljon kannatusta saavuttanutta kestometsäaatetta. Dynaaminen talouskäsityksen mukaan ei läpimittaluokan tai metsikön hakkaaminen lopeta mitä »liikeyritystä», se on vain vuotuisten liiketulojen realisoimista kestävyyden periaatteen mukaisesti.

Kansantalouden tutkijoista L i e f m a n n 1917, 1919 on metsäliikkeen teoriaan nähden ehdottomasti hyvin ansioitunut. Suuren kansantaloustieteen oppi-

kirjansa ensi osassa ss. 610—618 hän on hahmoitellut metsänkasvatuksen talousteorian yleisen kansantalousteorian puitteissa. Hänen mielestään on hyvin omituista, että metsien rahatuoton nojalla voidaan esim. metsämaalle laskea erikoinen arvo, vaikka metsänmyyntitulot sisältävät yhtenäisenä summana sekä maanarvon että puuvaraston arvon korot. Kummankin korkeus riippuu puutavaran hinnasta, jonka jakaminen eri tekijöiden kesken syyntakeisyysteorian mukaisesti on mielivaltainen teko; se ei perustu hinnanmuodostukseen. Samalla Liefmann painostaa metsänkasvatuksen erikoista luonnetta; koska metsäkorko on spekulatiivinen ilmiö, riippuen puutavaran hinnoista, ja koska kustannuksenkin korkeus riippuu yksinomaan hinnoista, neuvoo hän käyttämään hyväksi *laskelmallista tuottoarvoa*. Hän lukee metsien kasvatuksen niihin elinkeinoihin kuuluvaksi, joissa, niin toivottavaa kuin se olisikin, ei voida varmuudella määrätä, mitä tuotteen kasvattaminen omistajalleen on tullut maksamaan. Liefmann tässä oikein kouraantuntuvalla tavalla eroittaa metsien kasvatuksen erikoispiirteen: hyvissä menekkioloissa on puutavaralla sen niukkuudesta johtuva monopoolihinta. Täten tulee pakosta metsänkasvatuksen perusprinsiipiksi korkein subjektiivinen hyöty, *rajahyöty*, joka on tuottoarvon avulla kalkyloitavissa.

Myös kuuluisa itävaltalainen kansantalouden tutkija von Wieser 1914 on perusteellisesti käsitellyt subjektiivisten kannattavaisuuslaskelmien perusteita. Kustannuslaskelmien mukaan jakaa hän tuotannon kahteen päälajiin, *kustannustuotanto* ja *erikoistuotanto*. Edellisessä, johon kauppa ja teollisuus yleensä kuuluvat, lasketaan, millaiset kustannukset ovat ja minkälaiseksi siten ylijäämä muodostuu. Jälkimmäisessä, johon metsien kasvatus kuuluu, lähdetään vain tuloista ja valitaan niitä silmällä pitäen edullisin kombinatio. Täten hänkin joutuu käyttämään tuottoarvoa erikoistuotannon säännöstelevänä prinsiippinä. Amerikkalaisista tutkijoista ovat m. m. Boucke 1925 ja Fischer 1928 painostaneet samaa seikkaa.

Dynaamisen bilanssiteorian ovat täten suurin piirtein katsottuna luoneet Schmalenbach ja Liefmann, ja merkitsee se lähinnä arvoteorian soveltamista sidottuihin, ennen kaikkea luonnonpääomiin. Mutta jo aikaisemminkin ovat eräät metsäliikkeiden tutkijat kiinnittäneet huomiota tähän metsänkasvatuksen erikoisluonteeseen. Heistä ovat mainittavimmat olleet Wagener, Räss ja ennen kaikkea Ostwald. Tarkastamme kutakin heistä aivan lyhyesti.

Wagener, nerokas saksalainen yksityismetsänhoitaja, jonka pääteokset ilmestyivät v. 1875 ja 1899, kannatti heti alusta sitä ajatusta, että metsä muodostaa taloudellisen kokonaisuuden, jota vastoin hänen vastustajansa Pressler »ei voinut nähdä metsää metsikköjen takia». Ottaen huomioon, että metsien kasvatus tapahtuu rahatuoton merkeissä, hän käsitti kestävän ja ylittävän hakkuun hakkaustulojen eikä vain massan mukaisesti. Perusajatuksena hänen järjestelmässään oli toimittaa metsien hakkuu siinä järjestyksessä, että hakkuutulot johtaisivat *korkeimpaan tuottoarvoon*. Hänen järjestelmänsä perusajatuksena on verrata todellista hakkuutulosta A iällä x siihen hakkuutulokseen, joka oli saavutettavissa n vuoden kuluttua diskonteeraamalla jälkimmäiseen vuoteen x: siis

$$A_x \gtrless \frac{A_{x+n}}{1.0\,p^n}$$

Edullisimman hakkuuiän mukaan järjestetään metsiköt aikakautiseen hakkuusuunnitelmaan arvioitujen hakkuutulojen mukaan. Jokaisena aikakautena lasketaan tasainen vuotuistulo; diskontoimalla 10—20-vuotiset kokonaistulot (»Periodenerträge») A_1, A_2 nykyhetkeen

$$\frac{\frac{A_1}{n}(1.0p^n - 1)}{0.0p}$$

tai kertomalla ne tekijällä $\frac{1}{1.0p^n}$, $\frac{1}{1.0p^{2n}}$, $\frac{1}{1.0p^{3n}}$ ja laskemalla sitten yhteen pääsee W a g e n e r metsän tuottoarvoon (»odotusarvoon»), josta kertomalla tekijällä O. op saadaan vuotuinen metsäkorko. Laskemalla eri ikäluokkien antamia tuottoarvoja korkein laskelmallinen tuottoarvo samalle määrää edullisimman hakkuuiän. Taloussuunnitelmassa ryhmitetään metsiköt uudistustavan, hakkuukypsyyden ja menekkiolojen mukaan. Tämä menetelmä on mitä puhtain kannattavaisuusmenetelmä joskaan se ei laske mitään mielivaltaisia maankorkoja.

Erikoisesti on Wagenerin menetelmälle ominaista, että siinä tarkkaan mittaamalla tutkitaan, paljonko ja minkälaisia arvopuita metsässä todella on eikä vain tyydytä kaavamaisiin tuottotaululaskelmiin. Toiseksi hän metsänhoidon helpoittamiseksi laskee hakkuukypsyyden eri läpimittaluokille, joista heti näkee, milloin metsä tulee hakkuukypsäksi. Kolmanneksi suo laskelmallinen tuottoarvo ja korko takeen siitä, että metsävaroja ei liiketulojen muodossa hävitetä kuten Saksenin vapaavaltiossa on käynyt maankorkokoulukunnan vaikutuksen aikana. Samallaisia mielipiteitä esitti myöhemmin R ä s s 1890.

Tämän suunnan tunnetuin edustaja on kuitenkin latvialainen metsänhoitaja ja professori E u g è n e O s t w a l d, jonka pääteos »Fortbildungsvorträge über Fragen der Forstertragsregelung» ilmestyi v. 1915. Hän on sitä paitsi aivan viime vuosiin saakka käsitellyt metsäliikettä koskevia kysymyksiä lukuisissa aikakautisissa julkaisuissa. Koska vanha liiketeoria käsitteli etupäässä vain kustannuspuolta metsänkasvatuksessa on O s t w a l d myös kiinnittänyt aivan erikoista huomiota kustannuskysymyksen ratkaisuun, ja hänen käsityksensä näissä asioissa valaisevat hyvin hänen talousteoriaansa.

Kuten tunnettua on metsäkoron kaava

$$A_u + SD - uv - c,$$

eli yksinkertaisemmassa muodossa $A_u - c$. Toiselta puolen voidaan F a u s t m a n n'in maan odotusarvon kaava kirjoittaa muotoon

$$B_u = \frac{A_u - C\, 1.0p^u}{1.0p^u - 1} = \frac{A_u - c_u}{1.0p^u - 1} - c_0.$$

Siirtämällä viimeisen tekijän vasemmalle puolelle voidaan se johtaa muotoon

$$B_u + c_0 = \frac{A_u - c_u}{1.0p^u - 1}.$$

Kertomalla yhtälön kummankin puolen tekijällä $1.0p^u - 1$ saadaan, että metsäkorko $A_u - c_u$ on yhtäkuin $(B_u + c_0)(1.0p^u - 1)$. Koska kapitalisoitu metsäkorko antaa metsäpääoman

$$W = \frac{A_u - c_u}{0{\cdot}0\,p.}$$

niin saadaan metsän arvo myös uudesta yhtälöstä.

$$(B_u + c_0)\,\frac{1{\cdot}0\,p^u - 1}{1{\cdot}0\,p - 1.}$$

joten vuotuisen metsäliikkeen arvo on geometrisen sarjan summa, jossa jäsenten lukumäärä on n ja o-vuotuinen alkujäsen $B_u + c_0$. O s t w a l d lähtee siis metsän odotusarvoa laskiessaan metsitetystä maasta, jonka metsänviljelyskustannukset on jo edellisistä hakkuutuloista suoritettu, — kulttuurikustannuksia ei prolongeerata mihinkään suuntaan. $B_u + c_0$ muodostaa elimellisen kokonaisuuden, jonka korkoarvo on vallan riippuvainen metsän antamista tuloista eikä kasvatuskustannuksista, ja tätä suuretta O s t w a l d kutsuu nimellä metsitetty maa, siis

$$B_u + c_0 = KB_u \text{ (=Kultivierter Boden).}$$

Metsänkasvatuksessa on kannattavaisuuslaskelmien perustaksi otettava metsä sellaisena kuin se on eikä lähdettävä paljaasta maasta kuten peltokasviviljelyksessä. Kun hän täten periaatteessa ei suostu jakamaan hakkuutuloja maan ja puuvaraston kesken, käy koko entinen »metsänarvolasku», jonka päätehtävänä oli kiertoaikojen laskeminen, pääasiassa turhaksi. Pyrkimys korkeimpaan tuottoarvoon määrätylle metsäpääomalle, jää täten metsäliikkeen taloudelliseksi päämääräksi.

Vuotuinen metsäkorko W_r on O s t w a l d'ille tarkasti määritelty suure, ja sen ottaa hän tuottoarvolaskelmiensa perustaksi. Metsätalouden liiketuloksen laskemista kuvaa O s t w a l d seuraavalla kaavalla, joka samalla edustaa täydellistä dynaamista bilanssia:

$$W_r = A_r^{-k} + SD_r^{-k} - K_e^{+k} + c^{+k} = A_r^{-k} + SD_r^{-k} - (K_e^{+k} - c^{+k}).$$

Yhtälössä tarkoittaa pieni r juoksevia, määrättyyn tilivuoteen kohdistuvia korkotuloja ja -menoja, pieni k vuorostaan tarkoittaa eri ryhmien osaksi tulevia lisättäviä tai vähennettäviä, siis jaettuja, hallintokustannuksia. Ke tarkoittaa erikoisesti peruspääoman ylläpitokustannuksia. Yhtälöstä näkyy, että O s t w a l d laskee aivan oikein vuotuisen liiketuloksen oman pääoman korkoja lukuunottamatta, sen sijaan ne tulevat hakkuukypsyyttä tuottoarvojen avulla laskettaessa, huomioonotetuiksi. Metsätalouden päämääriin nähden on siis O s t w a l d pääasiassa samaa mieltä kuin W a g e n e r ja R ä s s.

O s t w a l d'in suuria ansioita edustaa ennen kaikkea siis hänen kestäville, vuotuisille metsätalouksille kehittämänsä liiketeoria, joka tosin alkuperäisemmässä muodossa löytyy jo W a g e n e r'in 1875, 1899 ja R ä s s'in 1890 teoksissa, mutta jonka hän on omaperäisesti sekä käytännössä että teoreettisesti kehittänyt hyvin korkealle tasolle. Sen edut ovat samat kuin aikaisemmin mainittujen kahden tutkijan, mutta erikoisesti on huomautettava siitä täydellisyydestä ja perinpohjaisuudesta, jolla kestävyyden periaate, metsäliikkeen bilanssit ja liiketuloslaskelmat sekä pääoma- ja korkohakkuuiden eroittaminen on suoritettu. O s t w a l d'in koulukunta edustaa nykyään kansainvälisen metsätaloustutkimuksen korkeinta tasoa.

Suurista ansioistaan huolimatta kaipaa tämä oppisuunta vielä taloustieteellistä perustelua. Osittain on tämä jo tapahtunut tekijän kirjoituksessa »Beitrag zur Kenntnis des Wesens der Waldwirtschaft» C a j a n d e r-julkaisussa v. 1929, osittain tämän teoksen jälkimmäisessä osassa »Dynaamisen teorian» yhteydessä.

II. Osa. Taloudelliset päämäärät erityisesti.

Metsäliikkeen taloudellisista päämääristä yleensä.

Vaikkakin nykyään yleensä myönnetään, että metsähoidossa on pyrittävä kannattavaisuuteen, ja että puutavaraa ei tuoteta turhan korkeilla kustannuksilla, ei päämääristä ole päästy täyteen yksimielisyyteen. Uudenaikaisista oppikirjoista E n d r e s'in 1923 esittää viisi eri »kiertoaikaa», joita on esitetty taloudellisuuteen metsien kasvatuksessa pyrittäessä. Kun niillä on kullakin aikoinaan ollut oma merkityksensä, esitetään ne tässä lyhyesti.

1. *Suurimman puuntuoton kiertoaika.* Tämä on se kiertoaika, joka vastasi merkantilististen valtio- ja talousmiesten pelkoa puuvarastojen loppumisesta. Kun metsien kasvu laskettiin erheellisesti, säilytettiin vielä viime vuosisadan puoliväliin suhteettoman suuria puuvarastoja m. m. Keski-Euroopassa, jossa kuitenkin menekkiä oli tyydyttävästi. Paperipuiden kasvatuksessa se on vielä nykyään oikea periaate ja yleensä tyydyttävän puumäärän kasvattaminen teollisuudelle on varteenotettava seikka.

2. *Teknillinen kiertoaika.* Milloin vain määrätynmittaista puutavaraa saadaan metsästä myytyä, esim. vain tukkipuita, silloin on tällaisten kaupaksikäyvien läpimittojen kasvattaminen ja myyminen metsäliikkeen taloudellisena päämääränä. Tällaisista läpimitoista riippuvaisia ovat ennen kaikkea olleet Pohjoismaiden laajat valtion metsät.

3. *Fyysillinen kiertoaika* on se, joka parhaiten takaa siementymisen tai jossa elintoiminta valtapuuluokissa alkaa heikentyä. Koko tämä kiertoaika on vain eräs metsänhoidollinen näkökohta, suurta merkitystä ei sillä ole ollut.

4. *Suurimman metsänpuhdastuoton kiertoaika.* Tämä kameralistien suosima ja valtionmetsissä suurinta arvotuottoa edustava hakkuuikä on se, jolloin määrätyllä pinta-alalla keskimääräinen arvotuotto leikkaa vuotuisen, juoksevan arvotuoton. Eri läpimittojen antamia tuottonumeroita vuotta ja hehtaaria kohti laskettaessa ei verrata toisiinsa diskontoimalla, ei siis oteta huomioon maatilatalouden liiketaloudellista, kapitalistista luonnetta. Meillä tämä periaate keskinkertaisilla mäntymailla johtaa noin 100—110 vuotisiin siis verrattain pitkiin kiertoaikoihin.

Luonnollista on, että kun diskonteerausta ei käytetä, pitkät kiertoajat aiheuttavat metsänomistajalle korkotappioita. Kameralistit väittävät aikoinaan, että valtiontaloudessa korkein vuotuinen rahatulo on pääasia, ja useimpien maiden metsähallinnot ovat aikaisemmin hyväksyneet tämän periaatteen.

5. *Finansiellinen eli korkeimman maankoron kiertoaika.* Tämä on se kiertoaika, joka vastaa aikaisemmin esitettyä R i e c o r d'on ja v o n T h ü n e n'in mielivaltaista, laskelmallista maankorkoa. Sille on ominaista, että sen mukaan

lasketaan metsikön puuvaraston tuotantokustannuksille korko, joka vähennetään hakkuutuloista vasta lopun, maankoron, osoittaessa puhdasta tuloa eli yrittäjän voittoa. Kiertoajan laskemiseen käytettiin joko suurinta maanarvoa taikka metsikön arvokehitystä osoittavaa osottajaprosenttia tai metsikön puuvaraston odotusarvoa. Ne perustuvat kuitenkin kaikki loppujen lopuksi maankorkoon, jonka korkeuden piti osoittaa suurinta kannattavaisuutta.

Tämä Endres'in 1923 mukaan tehty jaotus ei enään vastaa tieteen nykyistä astetta. 20:llä vuosisadalla on eroitettavissa vähintäin kolme eri astesuuntaa, jotka kukin ovat saavuttaneet laajaa kasvatusta. N. s. metsänkannattavaisuuskoulukunnan perusti Martin, ja ovat sen tunnetuimpia edustajia hänen lisäksi nykyään Jonson ja Chapman. Toiselta puolen Möller, Eberbach, Biolley ja Kirkland ovat kiinnittäneet erikoista huomiota metsänhoidollisiin näkökohtiin, liittymällä samalla läheisesti mukaan metsänpuhdastuottokoulukuntaan. Kolmanneksi on vielä Wagner'in, Räss'in, Ostwald'in, Krieger'in ja tekijän edustama aatesuunta. Ottamalla nämä seikat huomioon, saadaan metsäliikkeen talousteorioille seuraava järjestelmä:

Metsäliikkeen talousteoriain järjestelmä.

A. Tuottavuusteoriat.
   1. Metsänpuhdastuottoteoria.
   2. Kestometsäteoria.

B. Tuotantokustannusteoriat.
   3. Maanpuhdastuottoteoria.
   4. Metsänkannattavaisuusteoria.

C. Taloudellisuusteoriat.
   5. Dynaaminen talousteoria.

Metsänpuhdastuottoteoria.

Jo aikaisemmin on huomautettu peruseroavaisuudesta kannattavaisuus- ja tuottavuuskäsitteiden välillä. Tuottavuus voi ilmetä joka massatuottavuutena tai arvotuottavuutena, joka ilmenee rahatuloina vuotta ja hehtaaria kohti laskettuna. Edellinen oli päämääränä merkantilistiselle talouspolitiikalle, joka pelkäsi maan metsävarojen loppumista. Jälkimmäistä arvotuottavuutta harrastivat ennen kaikkea kameralistit, jotka pyrkivät korkeimpiin mahdollisiin rahatuloihin metsädomeeneista, ja on tämä päämäärä yleensä viime aikoihin saakka ollut valtionmetsätalouksien taloudellisena päämääränä. Tieteisopissa ovat sitä edustanut etenkin Helferich 1891, Borggreve 1888, Welander 1912, Wallmo 1912 sekä Aarum 1928.

Tämä talousteoria ei ole liiketaloustieteellinen vaan fiskaalinen, julkis-taloudellinen, eikä se sen vuoksi pyrikään olemaan mikään »oikea» taloudellinen periaate. Sen perusoikeutuksena on valtion rahapula; valtio tahtoo metsistään korkeimmat rahatulot kannattavaisuudesta huolimatta. Tietysti kannattavaisuus myös loppujen lopuksi, esim. valtionvelan kuolettamiseen nähden, on valtionmetsätaloudessa välttämätöntä, mutta niin pitkälle eivät kameralistit jaksaneet ajatella. Ero eri kiertoaikojen pituuden välillä ei meillä kuitenkaan ole kuin noin 30—40 vuotta, jonka hakkuukypsyys kestää (Lönnroth'in »Zeitspanne

der Vollreife»), joten eroavaisuus eri kiertoaikojen välillä ei meillä muodostune kovin kauaskantoiseksi.

Kun tämä teoria pyrkii suurimpaan arvotuottoon, on sitä ennen muita kutsuttu »kansantaloudelliseksi» päämääräksi. Mutta mitä ymmärretään sitten kansantaloudellisella päämäärällä? Siitä eivät tutkijat, sosiaalipoliittisen yhdistyksen v. 1909 Wienissä pitämästä kokouksesta huolimatta, ole suinkaan päässeet yksimielisiksi, päinvastoin viime aikoina on ruvettu kovasti epäilemään erikoisten kansantaloudellisten päämäärien olemassaoloa, varsinkin kun niiden tulisi korvata »tavallinen taloudellinen periaate». Kansantaloudellinen periaatteen puolesta ovat esiintyneet von Philippovich ja jesuiitaisä Pesch, joka myös on kunnostautunut kansantaloudellisena kirjailijana. He asettavat talouselämän korkeimmaksi päämääräksi ihmisten onnellisuuden, kulttuuri-ideaalit, keskisäädyn vaurauden y. m. s. Tietysti ne ovat kansan elämässä varteenotettavia seikkoja, mutta pohjaksi taloudelliselle liiketeorialle tällaiset ideaalit eivät sovellu; jokaisen asianomaisen talousyrityksen tulee toimia kannattavasti. Se että metsien kasvatus on alkutuotantoa eikä siis puutavaran kasvatuskustannuksia voida määrätä ei suinkaan vapauta tätä liikemuotoa taloudellisen periaatteen noudattamisesta. Niinpä uudemmistä tutkijoista hyvinkin kuuluisat, kuten Weber 1928 ja Diehl 1924 aivan päättäväisesti kumoavat kaikkien »kansantaloudellisten» periaatteiden olemassaolon yksityisen liike-elämän ohjeena. Erikoisesti on Liefmann 1912 osoittanut, että koko kansan tai maan talouselämä ei pysy terveenä, ellei kaikissa elinkeinoissa toimita mahdollisimman taloudellisesti, siis kannattavasti, ja on kansantaloustiede aivan yleisesti ryhtynyt tätä käsitystä tukemaan.

Itävaltalainen professori Spann on tuonut uudempaan kansantaloustieteeseen »kansantalouden hedelmällisyyden» käsitteen, nojautuen esityksissään jo v. 1809 esiintyneeseen Adam Müller'iin. Kuitenkaan ei taloustiede ilman muuta ole hyväksynyt Spann'in väitteitä, niissä on aivan liian paljon romantiikkaa ja mystiikkaa ja aivan liian vähän taloustiedettä. Toistaiseksi lienee paras odottaa, jääkö hänen opistaan paljoa positiivista jäljelle; missään tapauksessa ei sellaisiin haaveiluihin voi perustaa niin tärkeätä elinkeinoa kuin maan metsätalous.

Näyttää tosiaan siltä kuin ei löytyisi parempaa periaatetta metsäliikkeiden perustaksi kuin yleinen kannattavaisuus; metsänpuhdastuottoteoria ei täydelleen vastaa sen vaatimuksia, joskaan erehdys ei ole niin kovin suuri.

Kestometsäteoria.

Viime vuosina on Keski-Euroopassa saavuttanut laajaa huomiota n. s. kestometsäliike (»Dauerwaldbewegung»), joka on luonteeltaan hyvin omituinen. Alkuaan luultiin sitä vain tavalliseksi metsänhoidolliseksi teoriaksi, — sellainen käsitys kotiutui myös Suomeen —, mutta todellisuudessa se on maankorkokoulukuntaa ja kaikkea »kannattavaisuutta» vastaan tähdätty liike. Sen yhteys vanhan metsänpuhdastuottoteorian kanssa ainakin johtomiehen — Möller'in — hahmossa, on ilmeinen, mutta yleensä pannaan siinä pääpaino *kestävyyteen* biologisten momenttien ohella ja sen vuoksi on se myös tässä esitettynä eri teoriana.

Kannattavaisuusnäkökohdista ei siinä hiiskuta paljoa. Sen pääedustajia ovat olleet Möller, Eberbach, Lemmel, Kordvahr, Kubelka ja ainakin osaksi H. W. Weber. Amerikkalainen Kirkland käsityksineen joustavasta kiertoajasta (»flexible rotation») voitanee hyvällä syyllä myös lukea tänne. Suomessa on tätä käistystä osaksi selostanut Lönnroth.

Lähtöisin on tämä teoria jo lähes sata vuotta vanhoista kokeista Saksassa, joita suorittivat Lintz, Martin ja Krauss, joissa metsätaloudelliset hakkaukset järjestettiin yksinomaan metsien kasvun mukaisesti, ja joista nykyiset menetelmät (»Zuwachsmethoden») ovat kehittyneet. Varsinkin Pohjoismaiden yhtiömetsissä ovat nämä menetelmät saaneet kannatusta ja voidaan niiden sanoa kotiutuneen meillä.

Möller on hiljattain 1922, s. 74, määritellyt tämän teorian taloudelliset päämäärät. Hän olettaa, että kestometsätaloudessa mahdollisimman suuri ja arvokas puuvarasto samalla antaa suurimman ja arvokkaimman arvokasvun, ja tämä suhde on ominaista jokaiselle metsälle. Hakkauksen tulee tällöin perustua vuotuiseen kasvuun, mutta nykyisten olojen vallitessa pitää hän puuvaraston lisäämistä välttämättömänä. Kestometsätalous edellyttää harsintamaista metsänkäyttöä, mutta mahdollisimman suuren ja arvokkaan puuvaraston kasvattamista pidetään päämääränä. On aivan ilmeistä, että Möller sangen suuressa määrässä lähenee vanhaa metsänpuhdastuottokoulukuntaa.

Biolley, jonka oppeja Saksassa ennen kaikkia on levittänyt Eberbach, ei myöskään lähde määrätystä kannattavaisuuden käsitteestä. Hänen mukaansa metsäliikkeen päämääränä on

a) suurin mahdollinen tuotanto,
b) mahdollisimman säästäväinen tuotanto ja
c) mahdollisimman arvokas tuotanto.

Nämä periaatteet ovat kaikki hyviä ja arvokkaita, eikä niitä vastaan voida sanoa muuta kuin että on käsittämätöntä, miten ne saadaan lyömään yhteen. Mutta taloudelliset näkökohdat ovat tässäkin teoriassa enemmän sivuseikkana. Kuitenkin pyrkii Biolley pitämään puuvaraston mahdollisimman pienenä, ja tätä teknillistä sääntöä seuraten hän voi saada metsäliikkeen toimimaan edullisesti. Möller lukee itse Biolley'n ehkä syystäkin omaan koulukuntaansa kuuluvaksi.

Varsinkin Eberbach 1927 on ankarasti käynyt kannattavaisuusnäkökohtien kimppuun, kääntyen tällöin etenkin vanhaa maanpuhdastuottokoulukuntaa vastaan. Vaikkakin Eberbach on oikeassa kieltäessään metsäliikkeissä maankoron merkityksen kannattavaisuuden osoittajana, on hän hyvin väärässä kieltäessään kokonaan kannattavaisuuden eli taloudellisuuden ennakkolaskelmat (= kiertoaikalaskelmat). Tässä suhteessa sotii hän yleistä liiketaloudellista käsitystä vastaan, ja voidaan häntä vastaan huomauttaa samaa kuin kameraalisista päämääristä yleensä mainittiin. Samoihin tuloksiin kuin Eberbach ovat pääasiassa tullut myös Kubelka 1914, Kordvahr 1919, 1921, H. W. Weber 1926 ja Kåsa 1926.

Koko tämä liike on saavuttanut viime aikoina paljon tunnustusta sen vuoksi, että harsintamuodot ovat metsänhoidossa saaneet yhä laajempaa kannatusta, ja maanpuhdastuottoteoria oli semmoisissa oloissa vaikeasti sovellutettavissa. Se on antanut metsänjakotieteelle paljon hedelmällisiä ajatuksia, mutta taloudellinen ydin on joko epämääräinen tai ilmeisesti väärä.

Maanpuhdastuottoteoria.

Maanpuhdastuottoteoria on tullut tunnetuksi kahden eri pyrkimyksen vuoksi. Toiselta puolen pyrkii se yleiseen kannattavaisuuteen metsien kasvatuksessa, mutta kannattavaisuuden osoittajana pitää se määrätyllä tavalla laskettua maankorkoa. Se pyrkii osoittamaan tasaikäisten metsiköiden hakkuuikää, ja koska se omalla tavallaan metsän puhdastuottoteorian vastakohtana ehdottomasti koettaa säilyttää kannattavaisuuden, on sitä myös kutsuttu finansielliseksi kiertoajaksi. Sen on tieteellisesti perustanut von Thünen, mutta metsänhoitajille esitti sen omalla nimellään M. R. Pressler, joskin periaatteen perusyhtälön lausui aikaisemmin Faustmann.

M. Faustmann julkaisi v. 1849 Allgemeine Forst- und Jagd-Zeitungissa, ss. 441—445 kirjoituksen metsämaaperän ja nuorien metsiköiden arvosta, ja s. 443 on esitettynä hänen kuuluisa maanarvon kaavansa seuraavassa muodossa:

$$B = \frac{E + rD - C\,1.0p^u}{1.0p^u - 1} - \frac{A}{0.0p}$$

Tässä kaavassa E tarkoittaa loppuhakkuutuloja, rD kiertoajan loppuun prolongeerattuja apuharvennustuloja, samoin C alkuperäisiä metsänviljelyskustannuksia; A tarkoittaa vuotuisia hallintokustannuksia. Jakamalla eroituksen tulojen E+rD, ja menojen $C\,1.0p^u$ välillä, mikä on maankorko, tekijällä $1.0p^u - 1$ eli kertomalla tekijällä $\frac{1}{1.0p^u - 1}$, saadaan maanarvo. Se on siis aina u vuoden kuluttua perioodisesti palaavan maankoron nykyinen pääoma-arvo.

Maankoron laskeminen yhden kiertoajan osalle voidaan myös osoittaa seuraavalla tulostaseella:

Metsikön tulostase:

Menot:	*Tulot:*
Kapitalisoidut hallintokustannukset.	Loppuhakkaus
Prolongoidut viljelyskustannukset	Apuharvennusten jälkiarvo.
Maan korko.	

Tuskin lienee välttämätöntä huomauttaa, että staatillisen taselaskelman soveltamista näin pitkään kiertoaikaan ja vielä alkutuotantoon ei ole liiketaloustieteen mukaista; vuotuisia hallintokustannuksia ei ole lupa mennä kapitalisoimaan; aikaisemmin on jo huomautettu, ettei alkuperäisiä kulttuurikustannuksia voida mennä prolongoimaan. Yllämainittu tulostase kuvastaa hyvin idealisoitua laskelmaa, jonka pommerilainen tilanomistajafilosoofi von Thünen keksi; mutta hän ei luullut aina oppiensa ja mietteittensä sopivan todellisuuteen. Aikaisemmin on jo esitetty, mitenkä hakkuutulojen jakaminen syyntakeisuusteorian mukaisesti kulttuurikustannusten ja maan kesken on aivan mielivaltainen teko. Nykyään on päästy sen vuoksi aika selville siitä, että talousteoria, joka metsäliikkeissä määrää taloudelliset päämäärät maan tuottoarvon perusteella, on auttamattomasti vanhettunut ja erheellinen.

Tämän kirjoituksen edellisessä osassa on siksi tarkasti esitetty tämän opin virheet ja edut, ettei niihin ole syytä lähemmin kajota; lienee vain syytä huomauttaa Schumpeter'in 1927, s. 7, mukaan, että maankorkojen laskeminen johtui siitä, että Ricardo ei saanut maata sopimaan arvoteoriansa puitteisiin.

Toiselta puolen F a u s t m a n n, H e y e r, J u d e i c h ja E n d r e s käsittivät puuvaraston vain prolongoiduiksi kulttuurikustannuksiksi, — ja siten puuvarasto metsämaaperän vastakohtana luettiin vaihtuvaan eli liikepääomaan. Koko oppi on täten kovin heikoille perusteille rakennettu, joskin F a u s t m a n n'in kaava esittää sitä johdonmukaisesti. Tällä teorialla on nykyään vain etupäässä historiallinen merkitys.

Metsänkannattavaisuusteoria.

Viime vuosisadan loppupuolella alettiin vallitsevaan maanpuhdastuottokoulukuntaan puuhata muutoksia ja tässä työssä oli johtomiehenä prof. M a r t i n Tharandt'issa. Hänen mukaansa ei enään kannattavaisuuden mittapuuna ole yksinomaan maankorko, vaan koko yhtenäiselle metsäsijoitukselle saavutettu kannattavaisuus. Tosin tämäkin periaate tavataan E n d u s'in statiikassa, mutta siellä esitetään tässä yhteydessä erikoinen maanarvojen eroituksesta saatu yrittäjänvoitto. M a r t i n 1918, 1926 pitää koko metsäsijoitusta yhtenäisenä tuotantopääoma »Produktionsfonds», jolle on saatava tyydyttävä kannattavaisuus. Hän siis tässä suhteessa pyrkii samanlaiseen kannattavaisuuslaskelmaan kuin kaupassa ja teollisuudessa on tapana. Näissä pyrkimyksissä ovat häntä lämpimästi kannattaneet v o n G u t t e n b e r g 1912 ja ruotsinmaalainen J o n s o n 1917. Tarkastamme lyhyesti myös tämän opin teoreettisia perusteita.

Metsäkannattavaisuusteoria vertaa määrätyn metsikön ja määrätyn ikävuoden arvokasvua edelliseen, verrattavaan ikävuoteen, lähtien metsikön nettohakkuuarvosta. Tätä suhdelukua kutsui jo P r e s s l e r *osoittajaprosentiksi* (»Weiserprozent»), ja osoittaa se tavallaan juoksevan kannattavaisuuden. Sen sisällystä valaisee seuraava kaava yhdelle vuodelle, jossa uudistuskustannukset on jätetty erikseen merkitsemättä:

$$w = \frac{A_x+1-A_x}{A_x+B+V} \cdot 100$$

Lähtökohtana on hakkuuarvo A vuonna x ja x+1, joita verrataan toisiinsa, ottamalla vielä huomioon maanarvon B ja hallintokustannuspääoman V. Laskelma osoittaa, montako % arvonlisäys tekee lasketusta peruspääomasta (P r e s s l e r käytti nimitystä »Grundkapital», jonka muodostivat $B_u+V+S+C_u$, jolloin siis puuvarastolle laskettiin arvo tuotantokustannusten eikä myyntihinnan mukaan vuonna x). Jos osoittajaprosentin perusyhtälö kirjoitetaan muotoon

$$A_x+_n = A_x\, 1.{}_0\, p+(B+V)\, (1.{}_0\, p^n-1),$$

niin näkyy, että hakkuuarvon A_x lisäksi on arvokasvun ennen hakkuukypsyyden saavuttamista myös peitettävä maanarvon ja hallintokustannuspääoman B+V korot. Tässä on tämän oppisuunnan pääerehdys. Koska kaikki vuotuiset kustannukset vähennetään vuotuisista liiketuloista, ei niille voi laskea mitään korkoa. Samoin maanarvo johtuu kokonaan hakkuutuloista A_x ja A_x+1, eikä niitä tarvitse sen tarkemmin jaotella; ylipäänsä ei metsämaalla ole omaa arvostamisperustetta säännöllisissä kestävässä metsätaloudessa. P r e s s l e r'in alkuperäinen metoodi metsikön tuotantokustannusarvon ottamisessa osoittajaprosentin peruspääomaan on aivan harhaanjohtava. On aivan ilmeistä, että tälle oppisuunnalle

on metsän korkoluonne (»Rentencharakter») jäänyt aivan vieraaksi, se pitää metsää samanlaisena kustannuspääomana kuin tehdasta, jonka kannattavaisuus tarkasti on määrättävissä.

Martin 1926 s. 126 käyttää metsäliikkeen talousteorian pohjana seuraavaa kaavaa:

$$\frac{A+D-(c+v)}{B+N} . 100,$$

jossa N osoittaa puuvaraston myyntiarvoa vuonna x. Samaa yhtälöä käyttää myös Jonson v. 1917 esittäessään Ruotsin metsätalouden teoriaansa. Myös Schiffel, Glaser ja von Guttenberg ovat käyttäneet samaan suuntaan käyviä menetelmiä hakkuukypsyyden määräämiseksi.[1])

Aivan ilmeistä on, että nämä menetelmät merkitsevät suurta edistysaskelta metsäliikkeiden talousteoriassa. Ei lasketa enään maankorkoja erikseen, vaan tutkitaan koko metsäpääoman kannattavaisuutta. Tätä teoriaa haittaavat kuitenkin eräät puutteet, jotka vaikeuttavat sen käyttöä ja alentavat sen arvoa. Se sopii vain yhtä metsikköä varten käytettäväksi, kokonaista metsää varten se on epätäydellinen; se ei anna minkäänlaisia takeita metsän kestävään käyttöön nähden eikä anna vuotuista hakkausta markkamääräisesti; se lähtee siitä käsityksestä, että metsämaa ja puuvarasto ovat kustannuspääomia vaikka ne ovat korkopääomia (»Spezifische» eli »Renten-Kapitale»). Lopuksi ei se suo huomiota hakkuukypsyyden kombinoimiselle eri läpimittaluokkien kanssa, eikä siis ota käytännöllisen talouselämän tarpeita huomioon. Samat huomautukset on kohdistettava anglikaanisissa maissa paljon levinneeseen menetelmään nimeltä »The mean annual forest percent» ja jonka pääedustajat ovat Hiley 1919, Schlich 1925 ja Chapman 1926.

Tämän oppisuunnan yritys pelastaa vanha maanpuhdastuottokoulukunta edes muutetussa muodossa on hyvin huomattava, mutta ei voida myöntää sen pyrkimyksissään lähestulkoon onnistuneen.

Dynaaminen talousteoria.

Edelläolevassa esityksessä on aivan lyhyesti hahmoiteltu eri teoriat metsäliikkeiden päämääristä. Yleensä on perustaksi arvostelulle otettu normaalinen suurmetsäliike, joka harjoittaa ansiomaista metsänkasvatusta ja puutavaran myynti joko jalostamattomana tai — integratioliikkeet — enemmän tai vähemmän jalostettuna. Uudenaikainen metsäliikkeen talousteoria ei tutki yksinomaan yksityisiä metsiköitä, sen lähtökohtana ovat kokonaiset, saman johdon alaiset hoitoalueet eli metsäliikkeet (»Waldbetriebe»). Muuten, talouselämän organisatiosta riippuen, nämä liikkeet voivat olla hyvin erilaisia, kuten valtionmetsät, yksityishoitoalueet, yhtiömetsät j. n. e.

Jo kokonaisen vuosisadan on taloustiede ja varsinkin metsätaloustiede pyrkinyt tällaisten metsäliikkeiden talousteoriaa selvittämään, mutta vasta vähitel-

[1]) Mitä erikoisesti Godbersen'in 1926 pieneen oppikirjaan tulee, sisältää se hyvin ristiriitaisia ja huojuvia mielipiteitä, ja on se samoinkuin Wagner'in 1928 suurempi oppikirja tyypillinen murrosajan tuote; tekijät eivät itse tunnu olevan lainkaan varmoja edes perusteista joita esittävät.

len on kokemuksen lisääntyessä ja kansan- sekä liiketaloustieteen kehittyessä päästy yhä suurempaan selvyyteen ja varmuuteen siitä, mikä muodostaa metsäliikkeen teorian olennaisen sisällyksen. Nämä kokemukset ja havainnot löytyvät siroteltuina eri tutkijain teoksissa ja vasta v. 1929 C a j a n d e r-juhlajulkaisussa on tekijä kerännyt yhteen ne, jolloin saatiin muodostetuksi yhtenäinen metsätalouden liiketeoria, jolle tekijä antoi nimeksi »*dynaaminen talousteoria*». Sen käytännöllisen puolen on erittäin ansiokkaasti kehittänyt prof. O s t w a l d Riiasta, joskaan hän ei ole kokemuksilleen luonut taloustieteellistä pohjaa. Myöskin kansantalouden tutkijain ja liiketaloustieteilijäin ansio tämän oppisuunnan kehittämisessä on hyvin suuri. Joskin nykyaikaisen talousteorian piirteet ovat tulleet tässä kirjoituksessa jo aikaisemmin esitettyjen arvostelujen yhteydessä selvitetyiksi, luodaan tässä vielä lyhyt katsaus nykyiseen oppijärjestelmään. Kohdistamme huomiomme pääasiassa kahteen kysymykseen, nimittäin kestävyyden ja taloudellisuuden periaatteisiin.

Bilanssikäsitys.

N.s. kestävyyden käsite edusti vanhassa metsänarvioimisopissa sitä, mitä nykyisessä liiketaloustieteessä kutsutaan bilanssikäsitykseksi. Niitä on meillä liiketaloustieteessä nykyisin kolme, ja edustavat ne kukin eri koulukuntaa. Staatillinen bilanssikäsitys vastasi maanpuhdastuottoteoriaa, ainakin osaksi myös metsänkannattavaisuusteoriaa. Se rakentui erillisten, itsenäisinä talouksina toimivien metsikköjen varaan, vastaten saksalaista nimitystä »aussetzender Betrieb». Tilikauden piti kestämän koko kiertoajan, siis 80—100 vuotta, jonka sisälle lankeavia kaikkia tuloja ja menoja punnittiin vastakkain. Tämä bilanssikäsitys, joka lisäksi perustui kustannusarvoteoriaan, oli siksi harhaanjohtava kuva todellisesta metsäliikkeestä, että siitä nykyään on aivan yleisesti luovuttu.

Toista suuntaan edustaa kestometsäteorian massakestävyys, joka on yhteydessä n. s. lisäkasvumenetelmien kanssa metsänjako-opissa. Se ottaa lähtökohdaksi kokonaiset yhden johdon alaiset metsät, siis varsinaiset metsäliikkeet. Erikoista on sille ainoastaan, että se määrää kestävyyden aikakausittain lasketun massan ja kasvun avulla. Vaikkakin kestometsätalous epäilemättä menettelee aivan oikein pitäessään määrätyn puuvaraston säilyttämistä metsässä kestävyyden perusehtona, ei metsäpääoma siten tule arvioiduksi vielä arvon mukaan eikä tulojen mukaan. Tämä bilanssikäsitys on siis epätäydellinen; mutta yhtiöiden metsissä, joissa päähuomio kiinnitetään kasvun ja hakkausten väliseen suhteeseen, se kyllä voi toimia tyydyttävin tuloksin ja on meillä m. m. L ö n n r o t h 1927 kiinnittänyt siihen huomiota.

Jo aikaisemmin on mainittu O s t w a l d'in, K r i e g e r'in ja tekijän edustama dynaaminen bilanssikäsitys, joka liittyy läheisesti S c h m a l e n b a c h'in liiketaloustiteelliseen koulukuntaan. Se ottaa lähtökohdaksi metsäpääoman (metsämaan+metsikkövaraston) korkoluonteen (»Rentencharakter»). Käyttämällä kiinteitä hintoja ja määrättyä korkokantaa, joka saa vaihdella 2—6 % välillä, ja laskemalla subjektiivisia tuottoarvoja, on metsäpääoman aikakautinen arvostaminen liiketuloksen määräämistä varten mahdollista. Tämä koulukunta kiinnittää siis samoinkuin edellinenkin suurta huomiota puuvaraston suuruuteen ja kokoonpanoon, mutta sen ohella se vielä tuottoarvon muodossa ottaa lukuun puiden arvokehityksen, kyeten siten m. m. eroittamaan liikahakkaukset ja hakkaus-

säästöt myös markkamääräisesti kiinteän hintataulukon mukaisesti. On ilmeistä, että tällainen menettely asettaa metsäliikkeen johdon suuremmalle koetukselle kuin meidän maassamme on tapana ollut; on myös selvää, että tällaiset suurempia kustannuksia kysyvät menettelyt edellyttävät verrattain hyviä menekkioloja. Mutta kieltää ei voi, että tämän dynaamisen bilanssikäsityksen mukainen metsäliikkeen johto edustaa jo sangen kehittynyttä astetta niin vaikealla alalla kuin metsätalous on, ollen täysin rinnastettavissa teollisuus- ja kauppaliikkeiden tieteellisin liikkeenhoidon (»scientific managment») kanssa. Pääpaino lankeaa silloin käytännölliselle johdolle, joka vuorostaan perustuu etevään metsän arvokehityksen ja menekkiolojen tuntemukseen.

Taloudellinen periaate.

Myös metsänhoidossa noudatettavaan taloudelliseen periaatteeseen nähden olemme voineet eroittaa kolme eri suuntaan: tuottavuusteoriat, tuotantokustannusteoriat ja tuottoarvoteoriat. Palautamme vielä mieleen niiden erikoisuudet. Metsänpuhdastuottoteoria oli kameralistista alkuperää; kruunundomeenien piti antaa ruhtinaan kassaan korkeimmat mahdolliset vuotuiset rahatulot: seurauksena olivat tavattoman korkeat, huonosti kannattavat puuvarastot samanaikaisesti kuin valtionveloista oli maksettava korkeat korot. Viime vuosikymmeninä onkin sen johdosta yleensä alettu muuttaa valtionmetsien ohjesääntöjä paremmin taloudellisuuden vaatimuksia vastaavaksi.

Toiseen ryhmään kuuluivat n. s. tuotantokustannusteoriat, joista aikaisempaa astetta edusti maanpuhdastuottoteoria (Pressler, Heyer, Endres, Borgmann), myöhäisempää siitä kehittynyt metsänkannattavaisuusteoria (Martin, Jonson, Chapman), joka tutki koko metsää rahansijoituksena (»Produktionsfonds», »investment»). Molemmat perustivat tuotantokustannusteoriaan; tuotantokustannusten nousu määrää taloudellisuuden; metsäpääoma on kustannuspääomaa von Wieser'in terminologiaa käyttäen. Siinä onkin koko koulukunnan peruserehdys, johon koko metsänarvolasku ja vanha statiikka nojautuivat. Itse sen suunnan perustaja D. Ricardo huomautti, että löytyy määrättyjä hyödykkeitä ja luonnonrikkauksia, joiden hinta alituisesti pysyttelee yläpuolella tuotantokustannusten. Tässä suhteessa ovat aivan samaa mieltä tunnetuimmatkin nykyisistä taloustieteilijöistä, kuten Liefmann, von Wieser, Gelesnoff, Marshall, Cannan, Oppenheimer ja monet muut, joten voidaan pitää eräänä taloustieteen varmimmista saavutuksista, ettei metsien kasvatuksessa, — päinvastoin kuin Endres ja Martin kivenkovaa väittävät — voida nojautua kustannuksiin taloudellisen periaatteen noudattamisessa.

Niinpä ei muuta keinoa jää jäljelle taloudellisen päämäärän ja hakkuukypsyyden määräämiseksi kuin *subjektiivinen, laskelmallinen tuottoarvo*. Tätä ajatusta ajoi jo aikanaan König, vaikka hänen mielipiteistään Heyer'in omavaltaisten selitysten mukaan ollaan oltu väärässä käsityksessä, ja myöhemmin Wagener, Weise (osittain), Räss, Ostwald, von Guttenberg (osaksi), Krieger, tekijä ja monet muut. Se edustaa puhtaimmassa muodossaan metsätalouden erikoisluonteeseen sovellettua taloudellista periaatetta, siis kannattavaisuutta sanan laajemmassa merkityksessä. Tällaista kannattavaisuutta tutkijat ja käytännön miehet, kuten A. G. Blomqvist 1893 ja Stoetzer 1908, ovat tarkoittaneet, kuten he erikoisesti huomauttavat, vaikkakaan he eivät voineet va-

pautua maankorkoteorian sokkeloista. Kannattavaisuuden pyrkimykselle on perimmäisenä ajatuksena ollut tulojen vertaaminen toisiinsa diskontoimalla, ja niinpä S t o e t z e r huudahtaa 1908 s. 212, että maanarvoja voidaan laskea vain *normaalisille* metsiköille, joita todellisuudessa tuskin koskaan on olemassa; sen vuoksi on turvauduttava metsän tuottoarvoon. Samaa mieltä on v o n G u t t e n b e r g 1912, s. 127, missä hän huomauttaa, että metsäliikkeestä on paras tulos saatavissa vain nojautumalla metsäntuottoarvoon. Näin on siis dynaaminen talousteoria pääasiassa ratkaissut vuosisataisen kysymyksen metsäliikkeen taloudellisista päämääristä; se liittyy läheisesti siihen kannattavaisuuden ajatukseen, joka vähitellen on kypsynyt sekä tieteisopissa että käytännössä, mutta on se samalla saattaen metsäliikkeen johdon enemmän konkrettiselle alalle, puhdistanut metsäliikkeen teorian vääristä ja harhaanjohtavista käsityksistä.

Pyrkimyksessä suurimpaan laskelmalliseen metsäntuottoarvoon nojaudutaan lähivuosien tuloksiin, joilla kannattavaisuutta silmälläpitäen onkin ratkaiseva merkitys. Täten tuottoarvo, johon dynaaminen talousteoria perustuu, yhdistää itseensä metsäliikkeen molemmat perusvaatimukset, kestävyyden ja taloudellisuuden, osoittautuen siten parhaaksi keinoksi, jonka avulla metsäliikettä voidaan johtaa sen päämäärään, suurimpaan taloudellisuuteen ja kannattavaisuuteen.

Publications of the Society of Forestry in Suomi:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contains scientific treatises dealing with forestry in Suomi (Finland) and its foundations. The volumes, which appear at irregular intervals, generally contain several treatises.

SILVA FENNICA. Contains essays and short investigations in the subject of forestry in Suomi. Published at irregular intervals. Each essay appears as a separate volume.

COMMENTATIONES FORESTALES. Contains investigations and other essays regarding forestry and other spheres connected with it in other countries than Suomi. Published at irregular intervals. Each volume generally contains only one treatise.

Die Veröffentlichungsreihen der Forstwissenschaftlichen Gesellschaft in Suomi:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Enthalten wissenschaftliche Untersuchungen über die finnische Waldwirtschaft und ihre Grundlagen. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen in Bänden, von denen jeder im allgemeinen mehrere Untersuchungen enthält.

SILVA FENNICA. Diese Veröffentlichungsreihe enthält Aufsätze und kleinere Untersuchungen zur Waldwirtschaft Suomis (Finnlands). Sie erscheint in unregelmässigen Abständen. Jeder Aufsatz erscheint als besonderer Band.

COMMENTATIONES FORESTALES. Enthalten Untersuchungen und Beiträge zur Waldwirtschaft und damit zusammenhängenden Fragen für andere Länder als Suomi. Sie erscheinen in unregelmässigen Abständen. Jeder Band enthält im allgemeinen nur eine Untersuchung.

Publications de la Société forestière de Suomi:

ACTA FORESTALIA FENNICA. Contient des études scientifiques sur l'économie forestière en Suomi (Finlande) et sur ses bases. Paraît à intervalles irréguliers en volumes dont chacun contient en général plusieurs études.

SILVA FENNICA. Contient des articles et de petites études sur l'économie forestière de Suomi. Paraît à intervalles irréguliers. Chaque article constitue habituellement un volume.

COMMENTATIONES FORESTALES. Contient des études et des articles sur l'économie forestière et les branches connexes dans les pays autres que Suomi. Paraît à intervalles irréguliers. En général, chaque volume ne contient qu'une étude.